



جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية
مركز بحوث الإسكان والبناء

الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية

الملحق الثالث

دليل الاختبارات المعملية لمواد الخرسانة

اللجنة الدائمة للكود المصرى
لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية

كود رقم ٢٠٣

إصدار ٢٠٠٢

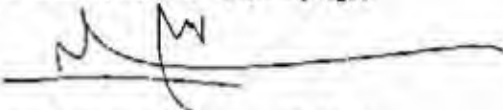
وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية

- بعد الإطلاع على القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ فى شأن أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء.
- وعلى القرار الوزارى رقم ١٠٩٥ لسنة ١٩٦٩ فى شأن أسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال الحرسانة المسلحة فى المباني.
- وعلى القرار الجمهورى رقم ٤٦ لسنة ١٩٧٧ فى شأن الهيئة العامة لمركز بحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمرانى.
- وعلى القرار الوزارى رقم ٢٠٨ لسنة ١٩٩٥ بشأن الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة .
- وعلى القرار الوزارى رقم ٤٩٢ لسنة ١٩٩٦ بتشكيل اللجنة الرئسية لأسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء.
- وعلى القرار الوزارى رقم ٤٩٣ لسنة ١٩٩٦ والمتضمن تشكيل اللجنة الدائمة لأسس تصميم وشروط تنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة والقرارات المكملة رقم ٦٩ لسنة ١٩٩٨ ورقم ١٤١ لسنة ١٩٩٨.
- وعلى المذكرة المقدمة من كل من السيد الأستاذ الدكتور / رئيس اللجنة الدائمة لأسس تصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة والسيدة الأستاذة الدكتورة / رئيس مجلس إدارة مركز بحوث الإسكان والبناء .

قـــــــــــــــــرر

- مادة (١) : تحديث الكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة الصادر بالقرار الوزارى رقم ٢٠٨ لسنة ١٩٩٥ طبقاً لما هو وارد بالكود المرقق.
- مادة (٢) : تتولى اللجنة الدائمة لأسس تصميم وشروط تنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة اقتراح التعديلات التى تراها لازمة بهدف التحديث كلما دعت الحاجة لذلك وتصدر التعديلات بعد إصدارها جزءاً لا يتجزأ من الكود.
- مادة (٣) : يتولى مركز بحوث الإسكان والبناء العمل على تنفيذ ما جاء بالكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة ونشره والتدريب عليه.
- مادة (٤) : ينشر هذا القرار فى الوقائع المصرية ويعتبر نافذاً من تاريخ نشره.

وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية



استاذ دكتور مهندس / محمد ابراهيم سليمان

صدر فى ٢١ / ٤ / ٢٠٠١
عمره

١-١ طرق سحب عينات الأسمنت

SAMPLING OF CEMENT

١-١-١ عام

تحدد هذه المواصفات طرق سحب عينات الأسمنت لغرض اختبار الرسائل الموردة على هيئة أسمنت معبأ فى أكياس أو أوعية أخرى أو الأسمنت السائب المورد فى سيارات أو سفن أو المسحوب من صوامع التخزين . الغرض من طرق سحب العينات الموصوفة هو الحصول على عينات من الأسمنت الهيدروليكي بعد أن تم تصنيعه وأصبح جاهزاً للطرح والبيع . وهى غير مناسبة للتحكم فى الجودة أثناء الإنتاج . والإجراءات المذكورة تغطى عدد الاختبارات التى يتم عملها و تعطى توجيهات لعمل تقارير حول مطابقة أو عدم مطابقة الأسمنت لمواصفات الشراء . و تستخدم هذه الطرق فى إعداد العينات لجميع أنواع الأسمنت البورتلاندى .

١-١-٢ الهدف

تحديد الطريقة القياسية لأخذ عينات الاختبار سواء من الأسمنت المعبأ أو السائب .

١-١-٣ تعريفات

- رسالة الأسمنت

هى كمية محددة من الأسمنت معروضة للاختبار عند وقت محدد . وقد تكون الرسالة عبارة عن وعاء أو مجموعة أوعية تخزين مملوءة على التوالى . كما قد تكون الرسالة عبارة عن حمولة وحدة نقل أو أكثر تمثل أسمنتاً مسحوباً من نفس وعاء الحفظ.

- العينة الفردية

عينة الأسمنت التى يتم أخذها من ناقلة أو كمية مخزنة أو منقولة فى عملية واحدة تسمى عينة فردية . كما يمكن تسمية العينة المأخوذة خلال عشر دقائق باستخدام جهاز أوتوماتيكي يقوم بأخذ عينات من فيض الأسمنت بعينة فردية.

- العينة المركبة

العينات الفردية التى يتم أخذها على فترات زمنية يمكن تجميعها لتكوين عينة مركبة تعبر عن الأسمنت المنتج خلال فترة أخذ العينات.

١-١-٤ الأجهزة

- أنبوبة سحب العينات : يوضح شكل رقم (١-١-١) أنبوبة سحب العينات.

- جاروف سحب العينات : يوضح شكل رقم (٢-١-١) جاروف سحب العينات

١-١-٥ العينات

- تختار عينات من المصنع أو من مكان التوريد أو عند التشوين فى موقع التسليم حسب الاتفاق بين البائع والمشتري فى حضورهما أو حضور من يتوب عنهما بحيث تكون العينات ممثلة لكل صنف على حدة من كل رسالة .

- يراعى ألا تمثل العينة الواحدة أكثر من ٢٠ طنا من الرسالة الواحدة ذات الصنف الواحد الواردة من مصدر واحد وذلك ما لم يتفق على غير ذلك بين البائع والمشتري .

- لا يقل أوزان الكميات المسحوبة عن ٥ كيلو جرام تخلط جيدا للحصول على عينة متجانسة تمثل الرسالة تمثيلا صحيحا سواء كانت عينة فردية أو عينات مركبة .

- يستخدم فى سحب العينات أدوات نظيفة جافة وتوضع العينات فور سحبها فى أوعية من مادة عازلة للرطوبة وغير منفذة للماء والهواء و يغلق الوعاء بإحكام .

- على مورد الأسمنت تقديم الأسمنت لأخذ عينات منه قبل موعد استخدام الأسمنت فى الإنشاء بفترة تسمح بإجراء الاختبارات و تقييم نتائجها.

- تجرى الاختبارات على العينات خلال ثمانية وعشرين يوما من تاريخ توريد العينات .

- يرفق مع العينة شهادة سحب العينات مسجل بها بيانات عن الرسالة وعن العينة .

١-١-٦ طريقة سحب العينات

يتم سحب العينات طبقاً للطريقة التى يورد بها الأسمنت للموقع ويتم ذلك على النحو

التالى:

١-١-٦-١ الأسمنت المعبأ فى أكياس أو أوعية

أ - يختار عشوائيا عدد من الأكياس أو الأوعية لا يقل عن الجذر التكعيبي للعدد الكلى الذى يمثل الرسالة .

ب - تسحب كميات مناسبة من محتويات كل وعاء من الأوعية المختارة باستخدام أنبوبة سحب العينات أو أى وسيلة أخرى مناسبة . وفى حالة سحب العينات بواسطة أنبوبة سحب العينات يتم فتح أنبوبة سحب العينات عندما تضبط علامة الأنبوبة الداخلية مع الأنبوبة الخارجية حيث توضع الأنبوبة مقفولة داخلها ثم تدار لتأخذ ملئها من الأسمنت من كل طول العبوة .

١-٦-٢ - الأسمنت الصائب

أ - الأسمنت المنقول بالسيارات

يفضل استخدام جاروف سحب العينات للحصول على العينة مع مراعاة تجنب الطبقة العليا من الأسمنت (١٥٠ مم تقريبا) ويتم سحب العينات بجرف كميات كافية لتكوين عينة ممثلة .

ب - أسمنت منقول بالسفن

تسحب كميات مناسبة من أماكن مختلفة بطرق شبه منتظمة وعلى أعماق مختلفة بحيث يكون مجموع الكميات المأخوذة ممثلاً للرسالة ، ويتم سحب هذه الكميات باستخدام وسائل مناسبة لع عمق الأسمنت فى الحاوية . ويتم الاتفاق بين الأطراف المعنية على وزن العينة التى تمثل الرسالة على أن تتفق مع الأسس العامة لطرق أخذ العينات الموضحة فى هذا الكود .

ج - أسمنت الصوامع

تسحب عينة الأسمنت المفرغ من الصومعة بواسطة جاروف أو أى وسيلة مناسبة . تؤخذ ثلاث كميات على فترات متساوية خلال خروج الأسمنت وتخلط لتكوين العينة ، وتعتبر العينة المسحوبة من الصومعة ممثلة لكمية الأسمنت المفرغة من الصومعة فقط وقت عملية سحب العينة ولا تعتبر ممثلة لشحنة معينة أو لتوريد أسمنت الصومعة إلا إذا كان معلوماً أن الصومعة لا تحتوى على أى أسمنت آخر .

- يتم تعبئة العينات فى حاويات عازلة للرطوبة و الهواء و مرقمة بترتيب أخذ العينات.

١-٦-٧ التقرير

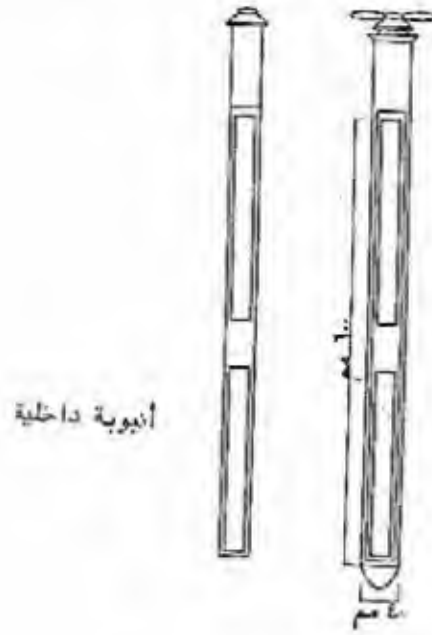
تحتوى شهادة سحب العينات على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بطلب العينة .

- المعلومات الخاصة بالعينات (اسم وتوقيع المسئول عن سحب العينة - المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ سحب العينات - ظروف حفظ العينات) .
- البيانات الخاصة بالرسالة (نوع الأسمنت - مصدر الرسالة - طبيعة وحجم الرسالة المسحوب منها العينة) .
- المواصفات المتبعة .
- أى ملاحظات غير معتمدة تخص العينات أو ظروف السحب .

٨-١-١ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١٩٤٧ - ١٩٩١ : طرق أخذ عينات الأسمنت.
- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد :
- ASTM C 183-88 : Sampling and Amount of Testing of Hydraulic Cement



شكل رقم (١-١-١) أنبوبة سحب العينة (الأبعاد بالمليمترات)

الأبعاد التقريبية للجاروف

القطر = ٢٢٥ مم

عمق الجاروف = ١٧٥ مم

طول اليد = ١٨٠٠ مم



منظر جانبي

منظر أمامي

شكل رقم (٢-١-١) جاروف سحب العينة

٢-١ اختبار تعيين نعومة الأسمنت باستخدام منخل رقم ١٧٠

FINENESS OF CEMENT BY
THE SIEVE NO. 170

١-٢-١ عام

تؤثر نعومة الأسمنت على معدل و مدى تفاعله مع الماء ، فزيادة نعومة حبيبات الأسمنت تزداد المساحة السطحية النوعية له مما يتيح مساحة أكبر لتلقى و تفاعل الماء مع وزن محدد من الأسمنت ، كما أن سرعة اكتمال عملية التفاعل مع الماء تعتمد على مقياس حبيبات الأسمنت حيث يصعب وصول الماء إلى قلب الحبيبات الكبيرة مما قد يسبب تفاعل القلب الداخلى لحبيبات الأسمنت فى أزمنة متأخرة و قد يصحب ذلك عدم ثبات حجم الأسمنت؛ كما قد يسبب كبر حجم الحبيبات عدم تفاعل قلبها تماما مما يؤدي إلى ضعف فى المقاومة لنفس محتوى الأسمنت ، وتحسن زيادة نعومة الأسمنت من قابلية التشغيل و التماسك و التحمل مع الزمن للخرسانة وتقلل من ظاهرة النضج . وقد وجد أن حبيبات الأسمنت ذات المقياس أكبر من ٠,٠٩ ملليمتر لا تتفاعل بصورة تامة مع الماء و لذلك يلزم التأكد من أن الأسمنت لا يحتوى على نسبة كبيرة من هذه الحبيبات.

٢-٢-١ الهدف

الغرض من اختبار تعيين نعومة الأسمنت باستخدام المنخل رقم ١٧٠ التأكد من عدم وجود نسبة كبيرة من الحبيبات التى تحجز على المنخل ١٧٠ (٩٠ ميكرون) .

٣-٢-١ تعريفات

الإعادة

هى إعادة الاختبار بنفس الطريقة و على نفس المادة و تحت نفس ظروف الاختبار و بواسطة نفس المختبر .

المراجعة

هى إعادة الاختبار بنفس الطريقة و على نفس المادة و لكن عند ظروف اختبار مختلفة.

العينة المرجعية

هى عينة بها نسبة محددة من الحبيبات ذات حجم أكبر من فتحه المنخل للتأكد من كفاءة منخل الاختبار.

١-٢-٤ الأجهزة

يتم استخدام الأجهزة و المواد التالية:

- منخل الاختبار : مكون من إطار قطره من ١٥٠ إلى ٢٠٠ ملليمتر وعمقه من ٤٠ إلى ١٠٠ ملليمتر ومصنوع من مادة غير قابلة للتآكل ، ويزود الإطار بمنخل مقاس فتحته ٩٠ ميكرون مصنوع من نسيج الصلب أو الأسلاك المقاومة للصدأ والتآكل ، ويزود المنخل بصينية توضع تحته لمنع فقد المادة أثناء النخل .

- ميزان : يزن حتى ١٠٠ جرام بدقة ١٠ ملليجرام .

- مادة مرجعية لقياس كفاءة المنخل : تستخدم مادة مرجعية ، كمية المتبقى منها فوق منخل الاختبار معلومة (A). وتحفظ هذه المادة فى وعاء محكم لتجنب تغير خواصها نتيجة تعرضها للجو ويدون على وعاء حفظ العينة المرجعية كمية المتبقى منها فوق منخل الاختبار .

١-٢-٥ العينات

تؤخذ عينة مقدارها ٥٠ جرام من الأسمنت المراد تعيين نسبة المار منه من منخل ١٧٠ ويتم التأكد من كفاءة المنخل بعد كل ١٠٠ اختبار كما يلى:

- تتبع نفس الخطوات الخاصة بتحديد المتبقى فوق المنخل كما هو متبع فى طريقة إجراء الاختبار مع استخدام المادة المرجعية بدلا من الأسمنت وتحدد كمية المتبقى فوق المنخل (B) بأخذ متوسط نتائج عينتين بشرط ألا يزيد الفرق فى هذه النتائج عن ٠,٣ % .

١-٢-٦ خطوات الاختبار

تقاس نعومة الأسمنت بنخله على منخل ١٧٠ قياسى ثم تحدد نسبة الأسمنت المحتجرة فوق المنخل كما يلى :

١ - تخرج عينة الأسمنت تحت الاختبار لمدة دقيقتين فى زجاجة مغلقة لتفكيك أى تجمعات بها وتترك لمدة دقيقتين ثم تقلب العينة بلطف باستخدام قضيب جاف ونظيف وذلك لتوزيع الحبيبات الناعمة فى الخليط.

- ٢ - توضع الصينية تحت المنخل ويوزن ٥٠ جرام من الأسمنت لأقرب ٠,١ جرام وتوضع بعناية على المنخل لتجنب فقد أى جزء منها ويتم تفكيك أى تجمعات ثم يغطى المنخل .
- ٣ - يحرك المنخل حركة دورانية وأفقية ، يتم التأكد من انتهاء عملية النخل عندما لا يزيد معدل المار من المنخل عن ٠,٠٥ جم / دقيقة أثناء النخل . يجمع ويوزن المتبقى فوق المنخل (w_1) . ثم يزال الناعم من قاع المنخل بواسطة فرشاة ناعمة بعناية ويجمع فى الصينية .
- ٤ - تكرر الخطوات السابقة مع ٥٠ جرام أخرى من عينة أخرى من نفس الأسمنت ويحدد الوزن المتبقى (w_2) .

٧-٢-١ النتائج

يتم حساب النسبة المئوية للمتبقي على المنخل للعينتين كما يلى :

$$R_1 = (w_1 / 50) * 100 , R_2 = (w_2 / 50) * 100$$

حيث :

R_1 : النسبة المئوية للمتبقي للعينة الأولى .

R_2 : النسبة المئوية للمتبقي للعينة الثانية .

w_1 : الوزن المتبقى على المنخل للعينة الأولى بالجرام .

w_2 : الوزن المتبقى على المنخل للعينة الثانية بالجرام .

- تحسب النسبة المئوية للمتبقي (R_c) من متوسط قيم R_1 , R_2 لأقرب ٠,١ % ، وعند اختلاف

النتائج بأكثر من ١,٠ % تجرى عملية تحليل ثالثة ويؤخذ متوسط الثلاث نتائج .

- تصحح النسبة المئوية للمتبقي (R_c) بضرب قيمتها فى معامل المنخل (S_F) .

- يحسب معامل المنخل كما يلى :

$$S_F = A / B$$

حيث :

S_F : معامل المنخل .

A : كمية المتبقى للمادة المرجعية فوق المنخل .

B : كمية المتبقى المقاس للمادة المرجعية فوق المنخل .

١-٢-٨ حدود القبول و الرفض

لا يستخدم هذا الاختبار كاختبار قبول أو رفض للأسمنت .

١-٢-٩ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار

١-٢-١٠ دقة وحيود النتائج

الانحراف المعيارى للإعادة فى هذا الاختبار ٠,٢ % وللمراجعة ٠,٣ %

١-٢-١١ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ٢٤٢١-١٩٩٣ : اختبار الخواص الطبيعية والميكانيكية للأسمنت، الجزء الثانى : تعيين نعومة الأسمنت بإستخدام منخل رقم ١٧٠ .

٣-١ اختبار تعيين نعومة الأسمنت باستخدام جهاز بلين

DETERMINATION OF FINENESS OF CEMENT USING
BLAINE APPARATUS

١-٣-١ عام

يساعد تعيين المساحة السطحية لحبيبات الأسمنت على معرفة نعومة الأسمنت ، حيث تؤثر نعومة الأسمنت على معدل و مدى تفاعله مع الماء ، فزيادة نعومة حبيبات الأسمنت تزداد المساحة السطحية النوعية له مما يتيح مساحة أكبر لتلاكي و تفاعل الماء مع وزن محدد من الأسمنت ، كما أن سرعة اكتمال عملية التفاعل مع الماء تعتمد على مقاس حبيبات الأسمنت حيث يصعب وصول الماء إلى قلب الحبيبات الكبيرة مما قد يسبب تفاعل القلب الداخلى لحبيبات الأسمنت فى أزمنة متأخرة و قد يصحب ذلك عدم ثبات حجم الأسمنت كما قد يسبب كبر حجم الحبيبات عدم تفاعل قلبها تماما مما يؤدي إلى ضعف فى المقاومة لنفس محتوى الأسمنت ، وتحسن زيادة نعومة الأسمنت من قابلية التشغيل و التماسك و التحمل مع الزمن للخرسانة وتقلل من ظاهرة النضح ، ويعتبر هذا الاختبار إلزامياً لقبول أو رفض الأسمنت وفقاً للمواصفات القياسية

١-٣-٢ الهدف

يهدف الاختبار إلى تحديد مساحة السطح بمقارنة عينة الاختبار بعينة مرجعية . و كلما زادت المساحة السطحية تزايد سرعة تصلد الخرسانة والحصول على مقاومة مبكرة عالية . ويحدد هذا الاختبار مدى صلاحية الأسمنت .

١-٣-٣ تعريفات

- مساحة السطح النوعية

هى مجموع المساحات السطحية لحبيبات الأسمنت لوحدة الوزن ويتم حسابها باستخدام جهاز بلين بمعلومية الزمن اللازم لمرور كمية محددة من الهواء خلال طبقة من الأسمنت ذات أبعاد ومسامية محددتين .

- العينة المرجعية

هى أسمنت مرجعى مساحة السطح النوعية له معلومة .

- الإعادة

هى إعادة الاختبار بنفس الطريقة و على نفس المادة و تحت نفس ظروف الاختبار و اسطة نفس المختبر .

- المراجعة

هى إعادة الاختبار بنفس الطريقة و على نفس المادة و لكن عند ظروف اختبار مختلفة.

١-٣-٤ : الاجهزة

يتم استخدام الأجهزة والمواد التالية :

- جهاز بلين للنفاذية : ويتكون من :

- خلية النفاذية : أسطوانة كالموضحة فى شكل رقم (١-٣-١) وتصنع من مادة مقاومة للتآكل والبرى ، ويكون كل من أسطح قمة وقاع الاسطوانة والسطح العلوى لحافة قاعدة الاسطوانة أفقية وعمودية على محور الأسطوانة ، كما يكون السطح الخارجى للأسطوانة مسلوياً بحيث يكون محكماً مع التجويف المخروطى للمانومتر .

- القرص المتقب : كما فى شكل رقم (١-٣-١) ويصنع من مادة غير قابلة للتآكل ، عدد التجويف به من ٣٠ إلى ٤٠ وقطر كل ثقب ١ ملليمتر ويكون سطح هذا القرص عمودياً على محور الأسطوانة عند وضعه فى الخلية .

- المكبس : كالموضح فى شكل رقم (١-٣-١) ويصنع من مادة مقاومة للتآكل والبرى .

- المانومتر : يكون المانومتر بالأبعاد والتفاوت الموضح فى شكل رقم (١-٣-١) ويصنع من زجاج البوروسيليكات . يمكن استخدام أشكال أخرى للمانومتر بشرط أن تعطى نفس النتائج التى يعطيها الجهاز الموضح بالشكل رقم (١-٣-١) .

- سائل المانومتر : سائل غير قابل للتميع وغير متطاير منخفض اللزوجة والكثافة مثل (ثنائى بيوتيل فتالين) أو زيت معدنى خفيف .

ب - ساعات إيقاف : ساعة إيقاف بتدرج ٠,٢ ثانية وبمدى ٣٠٠ ثانية .

ج - موازين :

- ميزان يزن ٣ جرام بدقة ١ ملليجرام لوزن الأسمنت

- وميزان يزن ١١٠ جرام بدقة ١ ملليجرام لوزن الزئبق.

د - قنينة كثافة : وكما هي موضحة باختبار قياس كثافة الأسمنت بهذا الدليل (رقم ٤-١) .

هـ - المواد المساعدة لإجراء الاختبار :

- زئبق صنف كاشف تحليلي .

- أسمنت مرجعي مساحة السطح النوعية له معلومة .

- زيت معدني خفيف لمنع تكوين ملمع الزئبق مع السطح الداخلي للخلية .

- ورق ترشيح مستدير مساميته من النوع المتوسط (واتمان ٤٠) و أبعاده تطابق أبعاد الخلية .

٥-٣-١ العينات

تخلط عينة الأسمنت جيدا برجها في زجاجة لمدة دقيقتين وبعد مرور دقيقتين من عملية الرج يقلب الأسمنت باستخدام قضيب جاف نظيف وذلك لتوزيع الحبيبات الناعمة في الخليط .

٦-٣-١ خطوات الاختبار

أ - معايرة الجهاز

يعاير الجهاز عند بدء الاستعمال لحساب كل من حجم طبقة الأسمنت وثابت الجهاز طبقاً لما سيأتى فى البندين ب، جـ التاليين ، وتعاد المعايرة على فترات نتيجة لما قد يحدث من تآكل فى أجزاء الجهاز وتجرى عملية المعايرة فى الأحوال التالية :

- بعد ١٠٠٠ مرة استخدام .

- عند تغيير أى من سائل المانومتر أو ورقة الترشيح أو أنبوبة المانومتر .

- عند استخدام أسمنت مرجعي جديد .

ب - تعيين حجم طبقة الأسمنت

يختلف حجم طبقة الأسمنت باختلاف الخلوص بين الضاغط والسطح العلوى للقرص المتعب . ولتحديد حجم طبقة الأسمنت المقابل لخلوص معين يتبع ما يلى :

١ - تدهن الأسطح الداخلية للخلية بطبقة رقيقة من زيت معدنى خفيف . يوضع القرص المتعب على حافة الخلية وفوق ورقتى ترشيح ويتم التأكد أن كل ورقة مفردة وتغطي القرص تماما .

٢ - تملأ الخلية تماما بالزئبق وترال أى فقاعات هوائية باستخدام قضيب نظيف . يتم التأكد من أن الزئبق يملأ الخلية تماما بوضع شريحة زجاجية فوق سطح الزئبق ويضغط عليها حتى يفيض الزئبق خارج الخلية ، تفرغ الخلية ويوزن الزئبق لأقرب ٠,٠١ جرام (W1) وتسجل درجة الحرارة .

٣ - ترفع ورقة ترشيح واحدة من الخلية وتوضع طبقة الأسمنت القياسية والتى تزن ٢,٨ جرام بواسطة قمع مع مراعاة عدم تتأثر أى جزء منها على الجوانب ويغطى الأسمنت بورقة ترشيح أخرى ثم يضغط المكبس الخاص داخل الخلية ، ثم ينزع المكبس ويراعى عدم تتأثر أى جزء فوق ورقة الترشيح أو يلتصق بأسفل المكبس ، ثم تكمل الخلية بالزئبق حتى نهايتها ، يفرغ الزئبق ويوزن لأقرب ٠,٠١ جرام (W2) وتسجل درجة الحرارة .

٤ - يحسب حجم طبقة الأسمنت بالسم^٣ من العلاقة التالية :

$$V = (W1 - W2) / D_q$$

حيث :

V : حجم طبقة الأسمنت (سم^٣) .

W1 : وزن الزئبق بالجرام الذى يملأ الخلية لأقرب ٠,٠١ جرام .

W2 : وزن الزئبق بالجرام الذى يملأ الخلية فى وجود الأسمنت لأقرب ٠,٠١ جرام .

D_q : كثافة الزئبق (جم/سم^٣) ويرجع للجدول رقم (١-٣-١) لتحديد كثافة الزئبق عند متوسط درجات حرارة الاختبار .

٥ - تعاد الخطوات السابقة على عينات جديدة من نفس الأسمنت إلى أن يصبح الاختلاف فى النتائج ٠,٠٠٥ سم^٣ ، تسجل هذه النتائج على أنها حجم طبقة الأسمنت .

ج - تعيين ثابت الجهاز

- ١ - توضع طبقة من الأسمنت المرجعى داخل الخلية وزنها (W_c)، حسب الطريقة الموضحة فى البند رقم (١-٣-٦ ب) .
- ٢ - يوضع السطح المخروطى للخلية فى التجويف العلوى للمانومتر ويستخدم الشمع لإحكام مرور الهواء خلال الوصلات . يغلق أعلى الخلية بغطاء محكم ملائم ويفتح صمام المانومتر ويرفع مستوى السائل ليصل إلى العلامة العليا (علامة رقم ٨ بالشكل رقم ١) (١-٣-١) . يغلق الصمام ويختبر التسرب ويضبط الإحكام إلى أن يثبت مستوى السائل، يفتح الصمام ويضبط مستوى السائل عند أعلى علامة ثم تفتح الخلية ويحسب زمن سريان سائل المانومتر بدءا من العلامة إلى العلامة الأخيرة ويسجل هذا الزمن T_r لأقرب ٠,٢ ثانية كما تسجل درجة الحرارة لأقرب درجة مئوية .
- ٣ - تعاد الخطوات السابقة مرتين وعلى نفس طبقة الأسمنت وتسجل قيم الزمن والحرارة فى كل مرة
- ٤ - يعاد الاختبار على عينتين جدينتين من نفس نوع الأسمنت وب نفس الخطوات السابقة وتسجل قيم الزمن والحرارة فى كل مرة .
- ٥ - لكل عينة يحسب متوسط الزمن ودرجة الحرارة ثم يحسب ثابت الجهاز من العلاقة التالية:

$$K = S_r \times D_r \frac{(1 - P_r) \times \sqrt{0.1 \times I_r}}{\sqrt{(P_r)^3 \times T_r}}$$

حيث :

K : ثابت الجهاز .

 S_r : مساحة السطح النوعية للأسمنت المرجعى (سم^٢ / جم) D_r : كثافة الأسمنت المرجعى (جم / سم^٣) P_r : مسامية طبقة الأسمنت . I_r : لزوجة الهواء عند متوسط درجات حرارة اختبار الأسمنت المرجعى

(باسكال ، ثانية) ، ويرجع للجدول رقم (١-٣-١) لتحديد لزوجة الهواء .

 T_r : متوسط الزمن الذى يستغرقه السائل المانومتري للهبوط من العلامة رقم (٧)

إلى العلامة رقم (٦) كما بالشكل رقم (١-٣-١) لأقرب ٠,٢ ثانية .

- وإذا كانت مسامية طبقة الأسمنت ٠,٥ ، ودرجة حرارة الاختبار 20 ± 2 درجة مئوية بحسب ثابت الجهاز من العلاقة التالية :

$$K = 1,414 \times Sr \times Dr \times \sqrt{\frac{0,1 \times Ir}{Tr}}$$

- ٦ - يؤخذ متوسط النتائج الثلاث لثابت الجهاز على أنه ثابت الجهاز (K) .

د - خطوات الاختبار

١ - تعيين الكثافة

- تحدد كثافة الأسمنت (D_c) باستخدام قينة الكثافة كما هو موضح باختبار قياس الكثافة لأقرب ٠,٠١ جم/سم^٣ .
- للتحقق من دقة النتائج يعاد الاختبار ويسجل المتوسط لأقرب ٠,٠١ جم/سم^٣ .

٢ - إعداد طبقة الأسمنت

- أ - تحدد كتلة الأسمنت (W_c) التى يتم وضعها فى الخلية لجهاز بلين بحيث تحسب مسامية طبقة الأسمنت بالخلية (P_c) من العلاقة التالية :

$$W_c = D_c * V (1 - P_c)$$

حيث :

- W_c : كتلة الأسمنت التى تكون طبقة لها مسامية (P_c) .
- D_c : كثافة الأسمنت لأقرب ٠,٠١ جم/سم^٣ .
- V : حجم طبقة الأسمنت (سم^٣) كما هو محسوب من بند تعيين حجم طبقة الأسمنت .
- P_c : مسامية طبقة الأسمنت .

تؤخذ المسامية فى حالة الأسمنت البورتلاندى $0,5 \pm 0,005$ ، وفى حالة الأسمنت البورتلاندى سريع التصلد وفائق النعومة $0,53 \pm 0,005$.

- يتم وزن كمية من الأسمنت (W_c) بعناية . يتم وضع كمية الأسمنت الموزونة داخل الخلية فوق ورقة الترشيح السفلية بعناية لتفادى فقد أى أسمنت ، ويسوى سطح الأسمنت ويغطى بورقة ترشيح ثانية .

ج - يحرك المكبس حتى يلامس الضاغط ورقة الترشيح ويضغط حتى نهايته ، ثم يرفع المكبس حوالى ٥ ملليمتر ويدار ٩٠ درجة ثم يضغط مرة أخرى و يسحب برفق .

٣ - طريقة الاختبار

توضع طبقة من عينة الأسمنت تحت الاختبار فى الخلية حسب الطريقة الموضحة بالبند السابق ويحسب كل من متوسط الزمن والحرارة باتباع الخطوات الموضحة ببند تعيين ثابت الجهاز لعينة واحدة .

١-٣-٧ المساعدات الإيضاحية :

يستعان بالجدول رقم (١-٣-١) لتحديد لزوجة الهواء بدلالة درجة الحرارة وكثافة الزئبق.

١-٣-٨ النتائج

يتم حساب مساحة السطح النوعية للأسمنت المختبر باستخدام المعادلة العامة التالية :

$$Sc = \frac{K}{Dc} \times \frac{\sqrt{(P_c)^3 \times Tc}}{(1 - Pc)\sqrt{0.1 \times Ic}}$$

- وفى الحالة التى تتساوى فيها مسامية طبقة عينة الأسمنت مع مسامية طبقة الأسمنت المرجعى ، تصبح العلاقة كما يلى :

$$Sc = Sr \times \frac{Dr}{Dc} \times \frac{\sqrt{Tc}}{\sqrt{Tr}} \times \frac{\sqrt{Ir}}{\sqrt{Ic}}$$

- فى الحالة التى يجرى فيها الاختبار عند درجة الحرارة ٢٠ ± ٢ درجة مئوية وتتساوى مسامية طبقة عينة الأسمنت و مسامية طبقة الأسمنت المرجعى ، تستخدم العلاقة التالية لحساب مساحة السطح النوعية :

$$Sc = Sr \times \frac{Dr}{Dc} \times \frac{\sqrt{Tc}}{\sqrt{Tr}}$$

حيث :

Sc : المساحة السطحية النوعية للأسمنت المختبر (سم^٢/جم) .

K : ثابت الجهاز .

Dc : كثافة الأسمنت المختبر (جم / سم^٣) .

- P_0 : مسامية طبقة الأسمنت المختبر .
- I_0 : لزوجة الهواء عند متوسط درجات الحرارة أثناء إجراء اختبار الأسمنت المختبر (باسكال، ثانية) ، يرجع للجنول رقم (١-٣-١) لتحديد لزوجة الهواء .
- T_0 : متوسط الزمن للهبوط من العلامة رقم (٧) الى (٦) كما هو بالشكل رقم (١-٣-١) لأقرب ٠,٢ ثانية .

تقبل النتائج إذا لم يتجاوز الاختلاف فى قيمة مساحة السطح النوعية فى أكثر من تجربته ١% ، تسجل القيمة لأقرب ١٠ سم^٢/جم .

٩-٣-١ حدود القبول أو الرفض

يجب ألا تقل نعومة الأسمنت عن :

أسمنت بورتلاندى عادى	٢٧٥٠ سم ^٢ /جم
أسمنت بورتلاندى سريع التصلد	٣٥٠٠ سم ^٢ /جم
أسمنت بورتلاندى مقاوم للكبريتات	٢٨٠٠ سم ^٢ /جم
أسمنت بورتلاندى منخفض الحرارة	٢٨٠٠ سم ^٢ /جم
أسمنت بورتلاندى أبيض	٢٧٠٠ سم ^٢ /جم
أسمنت بورتلاندى مخلوط بالرمل	٣٠٠٠ سم ^٢ /جم
أسمنت بورتلاندى نعومة ٤١٠٠	٤١٠٠ سم ^٢ /جم
أسمنت بورتلاندى حديدى	٢٥٠٠ سم ^٢ /جم

١٠-٣-١ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .

- النتائج المقاسة معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- حدود القبول والرفض .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار

١١-٣-١ الدقة والحيود

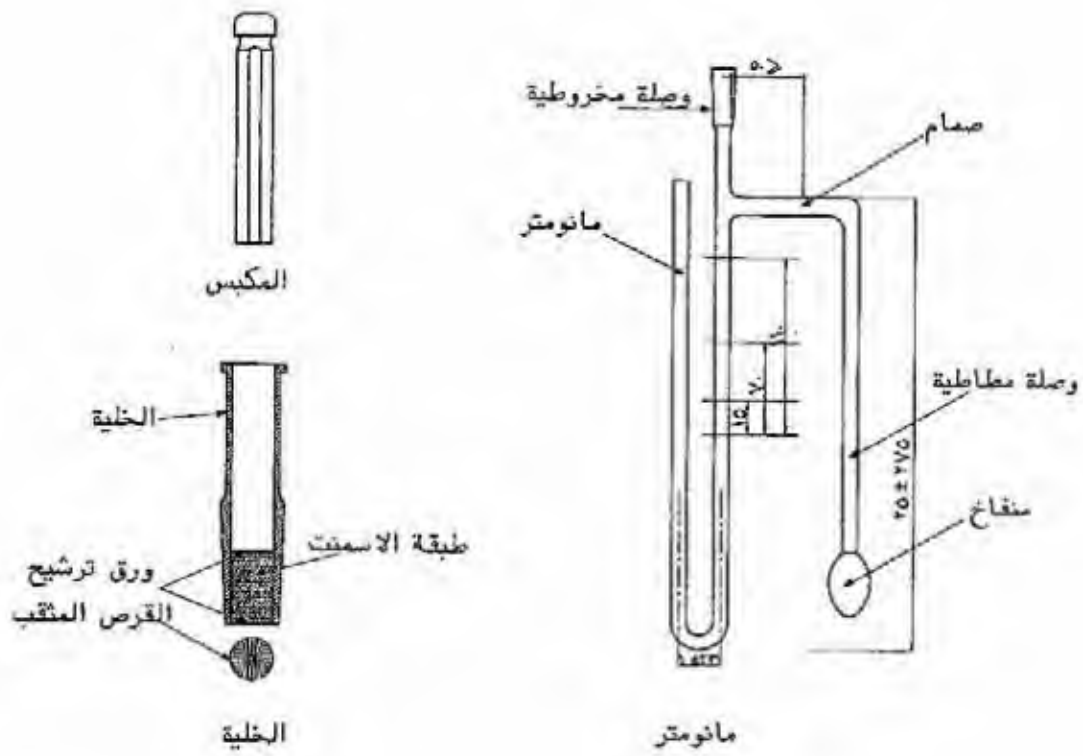
- الانحراف المعيارى للإعادة للعينات المختبرة ٥٠ سم^٣/جم وللمراجع ١٠٠٠ سم^٣/جم.

١٢-٣-١ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ٢٤٢١ - ١٩٩٣ : اختبار الخواص الطبيعية والميكانيكية للأسمنت. الجزء الثانى : تعيين نعومة الأسمنت باستخدام جهاز بلين .
- الأسمنت البورتلاندى العادى (م.ق.م - ٣٧٣ - ١٩٩١) .
- الأسمنت البورتلاندى سريع التصلد (م.ق.م - ٣٧٣ - ١٩٩١) .
- الأسمنت البورتلاندى منخفض الحرارة (م.ق.م - ٥٤١ - ١٩٩٢) .
- الأسمنت البورتلاندى المقاوم للكبريتات (م.ق.م - ٥٨٣ - ١٩٩٣) .
- الأسمنت البورتلاندى الأبيض (م.ق.م - ١٠٣١ - ١٩٩٢) .
- الأسمنت البورتلاندى المخلوط بالرمل (م.ق.م - ١٠٧٨ - ١٩٧١) .
- الأسمنت البورتلاندى ذو النعومة ٤١٠٠ (م.ق.م - ١٤٥٠ - ١٩٧٩) .
- الأسمنت البورتلاندى الحديدى (م.ق.م - ٩٧٤ - ١٩٩٢) .

جدول رقم (١-٣-١) : كثافة الزئبق ولزوجة الهواء عند درجات الحرارة المختلفة

درجة الحرارة	كثافة الزئبق (جم/سم ^٣)	لزوجة الهواء (I _٢) (بمسكال ثانية)	$\sqrt{0.1 * I_r}$
١٦	١٣,٥٦٠	٠,٠٠٠٠١٨٠٠	٠,٠٠١٣٤٢
١٧	١٣,٥٦٠	٠,٠٠٠٠١٨٠٥	٠,٠٠١٣٤٤
١٨	١٣,٥٥٠	٠,٠٠٠٠١٨١٠	٠,٠٠١٣٤٥
١٩	١٣,٥٥٠	٠,٠٠٠٠١٨١٥	٠,٠٠١٣٤٧
٢٠	١٣,٥٥٠	٠,٠٠٠٠١٨١٩	٠,٠٠١٣٤٩
٢١	١٣,٥٤٠	٠,٠٠٠٠١٨٢٤	٠,٠٠١٣٥١
٢٢	١٣,٥٤٠	٠,٠٠٠٠١٨٢٩	٠,٠٠١٣٥٣
٢٣	١٣,٥٤٠	٠,٠٠٠٠١٨٣٤	٠,٠٠١٣٥٤
٢٤	١٣,٥٤٠	٠,٠٠٠٠١٨٣٩	٠,٠٠١٣٥٦



شكل رقم (١-٣-١) جهاز بلين

١-٤ اختبار قياس كثافة الأسمنت

DENSITY OF CEMENT

١-٤-١ عام

كثافة الأسمنت هي وزن وحدة الحجم لحبيبات الأسمنت ، ويفيد تحديد كثافة الأسمنت فى تصميم الخلطات الخرسانية والتحكم فى جودتها ، ويعتبر هذا الاختبار قياسياً طبقاً للمواصفات الأمريكية ASTM C 188-84 .

١-٤-٢ الهدف

يهدف الاختبار لتحديد كثافة الأسمنت وذلك بتحديد وزن وحدة الحجم من مادة الأسمنت باستخدام قنينة لوشاتلييه للكثافة .

١-٤-٣ تعريفات

- كثافة الأسمنت

هي النسبة بين كتلة الأسمنت وحجم حبيباته .

١-٤-٤ الأجهزة

- قنينة لوشاتلييه للكثافة : تستخدم قنينة قياسية مستديرة المقطع بالشكل والأبعاد كالموضحة بالشكل رقم (١-٤-١). يجب أن تتوافر فى هذه القنينة جميع الاشتراطات الخاصة بالأبعاد والأطوال وكذلك انتظام التدرج ودقة المسافات البينية .

يجب أن تكون مادة تصنيع القنينة من أجود أنواع الزجاج الخالى من أى عيوب و الذى لا يتفاعل مع الكيماويات وله مقاومة عالية للحرارة وذو سمك مناسب بحيث يكون له مقاومة عالية للكسر ويكون تدرج القنينة عند رقبتها يبدأ من صفر إلى ١ مليلتر ومن ١٨ إلى ٢٤ مليلتر بدقة ٠,١ مليلتر كما هو موضح بالشكل رقم (١-٤-١)، ويجب أن يكون مكتوباً على كل قنينة رقم أو علامة تميزها عن غيرها وأن تكون هذه العلامة مكتوبة أيضاً على سدادة القنينة ، وعند استبدال أى جزء تألف من القنينة يجب كتابة رقم القنينة أو علامتها على الجزء المستبدل ، ويكتب أيضاً على القنينة درجة الحرارة القياسية وسعتها بالمليلتر فوق أعلى نقطة من التدرج.

- كبروسين : خالى من الماء والنفط ذو كثافة نوعية لا تقل عن ٦٢ API .
- أجهزة بديلة : يسمح باستخدام أجهزة بديلة عن المذكورة فى البندين السابقين فى تحديد كثافة الأسمنت بشرط أن تكون بدقة نتائج الاختبار التى تم إجراؤها بشخص واحد فى حدود $\pm 0.3\%$ جم/سم^٣ محسوبة بالنسبة لنتيجة الاختبار الذى تم إجراؤه بطريقة القنينة القياسية .
- حمام مائى : لضمان تثبيت درجة الحرارة لفترة كافية بحيث لا يتعدى الفرق بين درجتى الحرارة عند أخذ القراءة الابتدائية والنهائية عن ٠,٢ درجة مئوية .

١-٤-٥ العينات

تجهز عينة من الأسمنت المراد اختباره طبقا لمتطلبات تجهيز عينات الأسمنت كما هو وارد بطرق سحب العينات بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١) . يوزن ٦٤ جرام من الأسمنت المراد اختباره لأقرب ٠,٠٥ جرام ، يجرى الاختبار على العينات بنفس صورتها التى تم تسليمها عليها إلا إذا تم التوصية بغير ذلك. فى حالة إجراء الاختبار على عينات بعد تعرضها للحريق تحرق العينة أولا طبقا للطريقة الموضحة بالجزء 6-1 بالمواصفات الأمريكية ASTM C 114- 88 .

١-٤-٦ خطوات الاختبار

- أ - تملأ القنينة بالكبروسين المذكور بيند الأجهزة حتى يصل إلى نقطة بين التدرجين صفر و ١ مليلتر ، يجفف السطح الداخلى للقنينة أعلى مستوى الكبروسين إذا لزم الأمر ، ويراعى استخدام مفرش من المطاط يوضع على سطح المنضدة التى يجرى عليها الاختبار عند ملء القنينة.
- ب - توضع القنينة المملوءة بالكبروسين فى حمام مائى وتؤخذ قراءة ابتدائية لمستوى الكبروسين بالقنينة ، ولأخذ قراءة ابتدائية صحيحة يتم تثبيت القنينة فى وضع رأسى داخل الحمام المائى باستخدام أحد هذين الحلين :
 - توضع حلقة من الرصاص حول عنق القنينة .
 - تثبت القنينة بحامل السحاحة.
- ج - توضع كمية من الأسمنت تزن ٦٤ جرام موزونة بدقة ٠,٠٥ جرام داخل القنينة على دفعات صغيرة عند نفس درجة حرارة الكبروسين ، يراعى عند وضع الأسمنت داخل القنينة عدم فقد أى كمية منه أو التصاقه بالأسطح الداخلية للقنينة أعلى منسوب الكبروسين.

يمكن وضع القنينة على هزاز ميكانيكى أثناء وضع الأسمنت داخلها لإسراع عملية وضع الأسمنت فى القنينة ولمنع التصاق حبيبات الأسمنت بالأسطح الداخلية للقنينة أعلى منسوب الكيروسين .

د - بعد وضع كمية الأسمنت بأكملها داخل القنينة ، توضع السدادة على فوهة القنينة ثم تحرك القنينة حركة دورانية فى وضع مائل على سطح المفرش المطاط بحيث يتم طرد الهواء المحبوس بين حبيبات الأسمنت ، ويستمر تحريك القنينة حتى يتوقف ظهور فقاعات هوائية من سطح الكيروسين داخل القنينة .

هـ - توضع القنينة فى الحمام المائى ثم تؤخذ القراءة النهائية مع مراعاة تثبيت القنينة فى الحمام المائى كما سبق ذكره ، ويراعى الالتزام بالقراءة عند السطح السفلى لسطح الكيروسين وذلك لتفادى تأثير الشد السطحي . عند أخذ القراءة الابتدائية والنهائية يجب التأكد أن القنينة تم وضعها فى الحمام المائى ذى درجة الحرارة المثبتة لفترة كافية بحيث لا يتعدى الفرق بين درجتى الحرارة عند أخذ القراءة الابتدائية والنهائية عن ٠,٢ درجة مئوية.

٧-٤-١-١ المساعدات الإيضاحية

يجب أن تتفق أبعاد القنينة القياسية المستخدمة مع الأبعاد الموضحة بالشكل كل رقم

(١-٤-١)

٨-٤-١-١ النتائج

يمثل الفرق بين القراءتين النهائية والابتدائية حجم السائل المزاح بعينة الأسمنت المستخدمة فى الاختبار وعلى ذلك :

الحجم المزاح من السائل = القراءة النهائية - القراءة الابتدائية

تحتسب كثافة الأسمنت كما يلى :

كتلة الأسمنت (جم)

كثافة الأسمنت =

الحجم المزاح من السائل (سم^٣)

تحتسب الكثافة لأقرب ٠,٠١ جم/سم^٣

٩-٤-١ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطلب الاختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار.

١٠-٤-١ دقة وحيود النتائج

- أ - وجد أن الانحراف المعيارى لنتائج الاختبارات التى أجريت على الأسمنت البورتلاندى عن طريق شخص واحد تساوى ٠,٠١٢ وعلى ذلك يجب ألا يتعدى الفرق فى نتائج اختبارين تم إجراؤهما بنفس الشخص لنفس نوع الأسمنت عن ٠,٠٣ .
- ب - وجد أن الانحراف المعيارى لنتائج الاختبارات التى تجرى بمعامل مختلفة يساوى ٠,٠٣٧ وعلى ذلك يجب ألا يتعدى الفرق فى نتائج اختبارين تم إجراؤهما بمعملين مختلفين لنفس نوع الأسمنت عن ٠,١ .
- وذلك طبقا لما هو مذكور بالمواصفات الأمريكية ASTM C670 .

١١-٤-١ المراجع

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

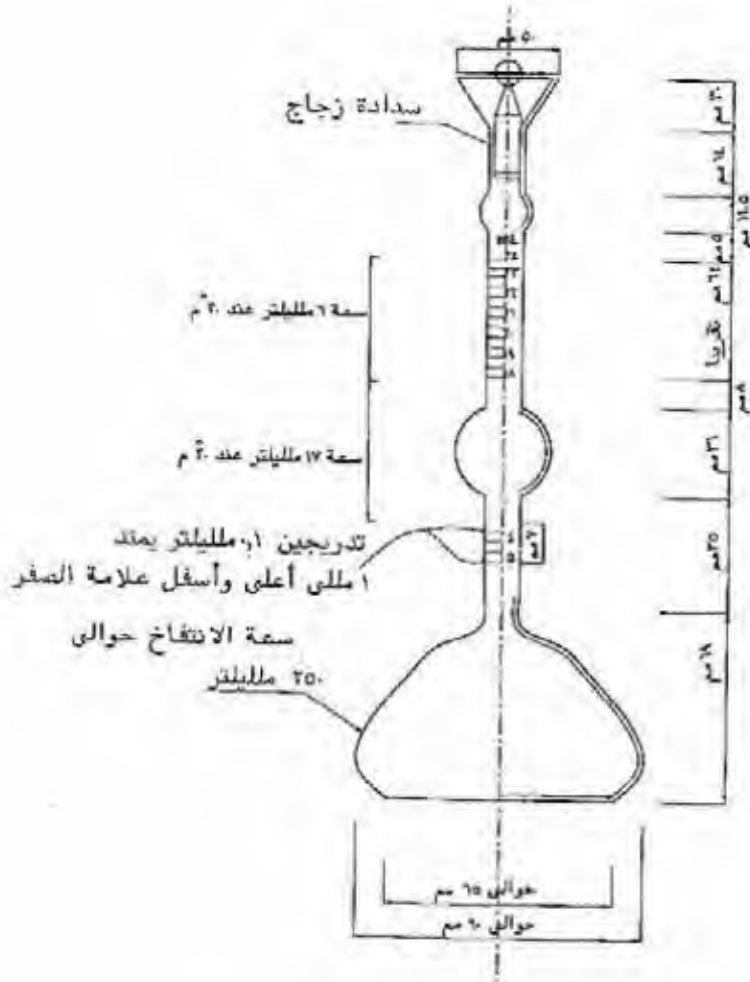
ASTM Standards

C 188- 84 : Density of Hydraulic Cement

C 114- 88 : Chemical Analysis of Hydraulic Cement.

C 183- 88 : Sampling and Amount of Testing of Hydraulic Cement.

C 670-84 : Testing of Building Materials



شكل رقم (١-٤-١) قنينة لوشاتيليه للكثافة

١-٥ طريقة تحديد نسبة الماء اللازمة للعجينة الأسمنتية ذات القوام القياسى

WATER REQUIRED FOR CEMENT PASTE OF
STANDARD CONSISTENCY

١-٥-١ عام

يتأثر زمن شك الأسمنت ومقدار ثبات حجمه بكمية الماء الداخلى فى تكوين العجينة . فكلما زادت كمية المياه زاد زمن الشك للعجينة.

١-٥-٢ الهدف

يتم تعيين كمية المياه اللازمة لعمل عجينة قياسية من أجل إجراء اختبار زمنى الشك الابتدائى والنهائى و اختبار ثبات الحجم للأسمنت .

١-٥-٣ تعريفات

- كمية المياه اللازمة لتشكيل عجينة ذات قوام قياسى هى الكمية التى تعطى عجينة تسمح بنفاذ الطرف الأسطوانى لجهاز فيكات إلى نقطة تبعد (10 ± 1) ملليمتر) من قاع قالب فيكات عند اختبار عجينة الأسمنت.

- زمن الخلط :

هو الزمن المحصور بين لحظة إضافة الماء إلى الأسمنت الجاف وحتى بدء ملء قالب جهاز فيكات بعجينة الأسمنت.

١-٥-٤ الأجهزة

يتم استخدام الأجهزة و المواد التالية:

- جهاز فيكات : الجهاز كما هو موضح فى شكل رقم (١-٥-١) وللجهاز طرف أسطوانى مثبت بالأجزاء المتحركة من معدن غير قابل للتآكل أو الصدا طولها الفعال 50 ± 1 ملليمتر وقطره 10 ± 0.05 ملليمتر ، ووزن جميع الأجزاء المتحركة 300 ± 1 جرام وحركتها فى الاتجاه الرأسى دون احتكاك ومتوافقة تماما مع حركة الطرف الأسطوانى .

- قالب العجينة : يصنع قالب العجينة من المعدن أو المطاط الصلب أو البلاستيك على شكل مخروط ناقص عمقه 40 ± 2 ملليمتر وقطره الداخلى العلوى 70 ± 5 ملليمتر و السفلى 80 ± 5 ملليمتر ، ويزود القالب بقاعدة من الزجاج أو مادة مماثلة فى نعومة السطح وغير مسامية أبعادها أكبر من أبعاد القالب .

- مسطرين قياسى : زنة ٢١٠ جم كالموضح فى شكل رقم (١-٥-٢) .

- مخبار مدرج : مخبار مدرج أو ماصة بدقة ٠,١ % من حجم القياس .

١-٥-٥ العينات

٤٠٠ جرام من الأسمنت .

١-٥-٦ خطوات الاختبار

تجرى التجارب فى مكان درجة حرارته 25 ± 2 درجة مئوية ورطوبته النسبية أكثر من ٥٠% ، وعلى أن تكون درجة حرارة كل من الأسمنت والماء المستخدمين هى نفس درجة الحرارة التى يجرى عندها الاختبار . تعين كمية الماء اللازمة لتكوين عجينة الأسمنت ذات القوام القياسى بتجربة عدة محاولات لنفاذ الأسطوانة فى عجائن ذات محتوى ماء مختلف ، وتحديد بعد الأسطوانة من قاع القالب كما يلى :

١ - يعاير جهاز فيكات بتحريك الأسطوانة لتصل إلى القاعدة الزجاجية للقالب ثم يضبط تدريج الجهاز عند الصفر ثم تعاد الأسطوانة إلى مكانها .

٢ - يوزن لأقرب جرام ٤٠٠ جرام من الأسمنت وتوضع على سطح غير مسامى ثم يضاف ١٠٠ مليلتر من الماء ويسجل الوقت كبدائية لزمان القياسات التالية (صفر القياس) .

٣ - تتم عملية الخلط باستخدام المسطرين فى مدة 24 ± 5 ثانية على السطح غير المسامى .

٤ - بعد إنتهاء مدة الخلط تنقل العجينة فوراً إلى القالب الموضوع على القاعدة الزجاجية المدهونة بالزيت المعدنى الثقيل ويعمل القالب المرتكز على اللوح المستوى غير المسامى دفعة واحدة ملئاً يزيد عن القالب بدون ضغط أو هز لمحتوياته ثم تزال هذه الزيادة بتحريك حافة مستقيمة على السطح بحيث تجعل القالب مملوءاً وسطحه ناعماً .

- يوضع القالب والقاعدة الزجاجية على جهاز فيكات ويمركز تحت الأسطوانة وتُدلى الأسطوانة ببطء حتى تماس سطح العجينة و توقف عند هذا الوضع لمدة ثانية أو ثانيتين لتحاشى السرعة الابتدائية للأجزاء المتحركة و بعد مرور ٤ دقائق $15 \pm$ ثانية من بدء وقت القياس (صفر القياس) تترك الأجزاء المتحركة بحيث تنفذ الأسطوانة رأسياً فى مركز العجينة .

- يقرأ التدريج عند توقف الغرز أو بعد ٣٠ ثانية من ترك الأسطوانة أيهما أسبق وتسجل قراءة التدريج التى تبين المسافة بين نهاية الاسطوانة وقاعدة القالب وكذلك يسجل محتوى الماء فى العجينة كنسبة مئوية من وزن الأسمنت .

٧ - تَنظف الأسطوانة فور عملية الغرز ، ويكرر الاختبار مع عجائن تحتوى على نسب مختلفة من الماء إلى أن تصل إلى عجينة تسمح بنفاذ الاسطوانة إلى نقطة تبعد 1 ± 0 ملليمتر من قاعدة القالب ويسجل محتوى الماء لأقرب ٠,٥ % ليمثل كمية الماء اللازمه لإعداد عجينة الأسمنت ذات القوام القياسى.

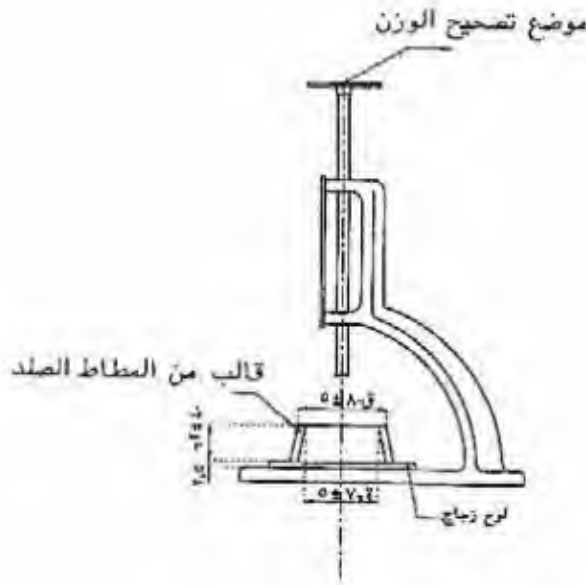
٧-٥-١ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

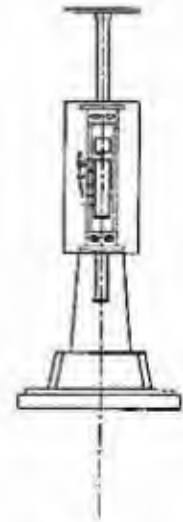
- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار .

٨-٥-١ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ٢٤٢١ - ١٩٩٣ : اختبار الخواص الطبيعية و الميكانيكية للأسمنت . الجزء الأول : تعيين زمن الشك للأسمنت .



مسقط جانبي لوضع الجهاز عند
تعيين زمن الشك الابتدائي



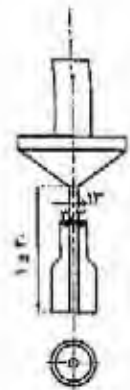
مسقط رأسي للجهاز عند تعيين
زمن الشك النهائي



اسطوانة تعيين القوام القياسى



إبرة زمن الشك الابتدائي



حلقة إبرة زمن الشك النهائي

شكل رقم (١-٥-١) جهاز فيكات لتعيين القوام القياسى وتعيين زمن الشك
للأسمنت (الأبعاد بالمليمتر)

٦-١ اختبار تحديد زمنى الشك الابتدائى والنهائى للعجينة الأسمنتية

باستخدام جهاز فيكات

INITIAL AND FINAL SETTING TIMES OF CEMENT PASTE USING VICAT'S APPARATUS

١-٦-١ عام

يساعد تعيين زمن الشك الابتدائى على معرفة الزمن الذى تبدأ الخرسانة بعده فى الشك ولا يمكن صبها أو تشكيلها وكذلك يساعد تعيين زمن الشك النهائى على معرفة الزمن الذى تبدأ عنده الخرسانة فى التصلد .

٢-٦-١ الهدف

يهدف الاختبار لتحديد زمنى الشك الابتدائى والنهائى لعجينة ذات قوام قياسى باستخدام جهاز فيكات ، ويحدد هذا الاختبار مدى صلاحية الأسمنت للاستخدام .

٣-٦-١ تعريفات

- صفر القياس

وقت إضافة الماء إلى الأسمنت ويؤخذ كبدائية لزمن القياسات.

- زمن الشك الابتدائى

هو الزمن المقاس من صفر القياس حتى تصل الإبرة إلى مسافة $5 + 1$ ملليمتر من قاعدة القالب .

- زمن الشك النهائى

هو الزمن المقاس من صفر القياس حتى نفاذ الإبرة لمسافة $0,5$ ملليمتر بينما لا تترك فيه الحلقة المتصلة بالإبرة أثراً فى الأسمنت .

٤-٦-١ الأجهزة

جهاز فيكات كما هو موضح بشكل رقم (١-٥-١) ويتكون من :

- حامل: حامل يتحرك داخله رأساً دون احتكاك مجموعة من الأجزاء المتحركة تزن 1 ± 300 جرام وغير قابلة للتآكل أو الصدأ.

- قالب العجينة : ويصنع من المعدن أو المطاط الصلب أو البلاستيك على شكل مخروط ناقص عمقه 40 ± 2 ملليمتر وقطره الداخلى العلوى 70 ± 5 ملليمتر و السفلى 80 ± 5 ملليمتر ويزود القالب بقاعدة من الزجاج أو أى مادة مماثلة فى نعومة السطح وغير مسامية وأبعادها أكبر من أبعاد القالب.

- إيسرة قياس زمن الشك الابتدائى : وتصنع من الصلب على شكل أسطوانة قائمه بطول فعال 50 ± 1 ملليمتر وقطر 113 ± 0.5 ملليمتر. وإيسرة قياس زمن الشك النهائى من الصلب على شكل أسطوانة قائمه بطول فعال 30 ± 1 ملليمتر وقطر 113 ± 0.5 ملليمتر ومثبت بها حلقة قطرها 5 ملليمتر عند طرف الإبرة الحر بحيث تكون المسافة بين نهاية الإبرة وبداية الحلقة 0.5 ملليمتر.

- مسطرين : مسطرين قياسى زنة 210 جم كالموضح فى الشكل (1-5-2) .

- مخبار : مخبار مدرج أو ماصة بدقة 1% من الحجم المقاس .

1-6-5 العينات

1 - تؤخذ عينة الأسمنت لأقرب جرام 400 جرام من الأسمنت وتوضع على سطح غير مسامى ثم يضاف 100 مليلتر من الماء ويسجل الوقت كبداية لزمن القياسات التالية (صفر القياس) .

2 - تتم عملية الخلط باستخدام المسطرين فى مدة 240 ± 5 ثانية على السطح غير المسامى.

1-6-6 خطوات الاختبار

أ - العجينة ذات القوام القياسى

يتم تحديد نسبة الماء اللازمة للعجينة ذات القوام القياسى كما هو موضح فى الاختبار رقم (1-5).

ب - تحديد زمن الشك الابتدائى

1 - توضع إبرة جهاز فيكات وبعابر الجهاز بتحريك الإبرة حتى تصل القاعدة المستعملة مع القالب ويضبط مؤشر التدرج عند الصفر ثم تعاد الإبرة إلى مكانها.

2 - يملأ القالب بعجينة الأسمنت ذات القوام القياسى ويسوى سطحها ثم يوضع القالب لفترة زمنية مناسبة فى مكان عند درجة الحرارة والرطوبة المطلوبتين للاختبار .

3 - ينقل القالب إلى الجهاز ويوضع تحت الإبرة ، ثم تنلى الإبرة ببطء حتى تمس سطح العجينة ، توقف فى مكانها لمدة ثانية أو ثانيتين لتحاشى تأثير السرعة الابتدائيه ، تترك الأجزاء المتحركة لتنفذ الإبرة رأسيا فى العجينة . يقرأ التدرج عندما يتوقف نفاذ الإبرة أو

- بعد ٣٠ ثانية من ترك الأجزاء المتحركة أيهما أسبق ، وتسجل قراءة التدرج التي تدل على المسافة بين قاعدة القالب ونهاية الإبرة ، وكذلك الزمن بداية من صفر القياس .
- ٤ - تكرر عملية نفاذ الإبرة على نفس العجينة في مواضع متباعدة بحيث لا تقل المسافة بين نقط الغرز وكذلك من حافة القالب وأقرب نقطة غرز عن ١٠ ملليمتر وبعد فترات زمنية متتالية (حوالي ١٠ دقائق) وتنظف الإبرة فور كل اختبار .
- ٥ - يسجل الزمن المقاس من صفر القياس حتى تصل إبرة الجهاز إلى 0 ± 1 ملليمتر من قاعدة القالب كزمن الشك الابتدائي لأقرب ٥ دقائق ، وللتأكد من دقة القياس يقلل الزمن بين اختبارات الغرز ويدرس تذبذب هذه الاختبارات المتتالية.

ج - تحديد زمن الشك النهائي

- ١ - تستخدم إبرة تحديد زمن الشك النهائي والموضحة في شكل رقم (١-٥-١) ، وتتبع نفس الخطوات المتبعة في تحديد زمن الشك الابتدائي على أن تزداد الفترة بين اختبارات الغرز إلى ٣٠ دقيقة .
- ٢ - يسجل الزمن المستغرق من صفر القياس حتى لحظة نفاذ الإبرة لمسافة ٠,٥ ملليمتر كزمن الشك النهائي ، ويتم ذلك عمليا بمراقبة أثر الإبرة والحلقة على سطح العينة فيكون زمن الشك النهائي هو الزمن الذي يظهر فيه أثر الإبرة ولا تترك فيه الحلقة المتصلة بها أى أثر، وللتأكد من دقة القياس يقلل الزمن بين اختبارات الغرز ويدرس تذبذب هذه الاختبارات المتتالية.

١-٦-٧ النتائج

يسجل زمن الشك الابتدائي والنهائي لأقرب ٥ دقائق .

١-٦-٨ القبول والرفض

يجب ألا يقل زمن الشك الابتدائي عن ٤٥ دقيقة لجميع الأنواع ماعدا الأسمنت منخفض الحرارة فلا يقل عن ٦٠ دقيقة وألا يزيد زمن الشك النهائي عن ١٠ ساعات لجميع الأنواع .

١-٦-٩ التقرير

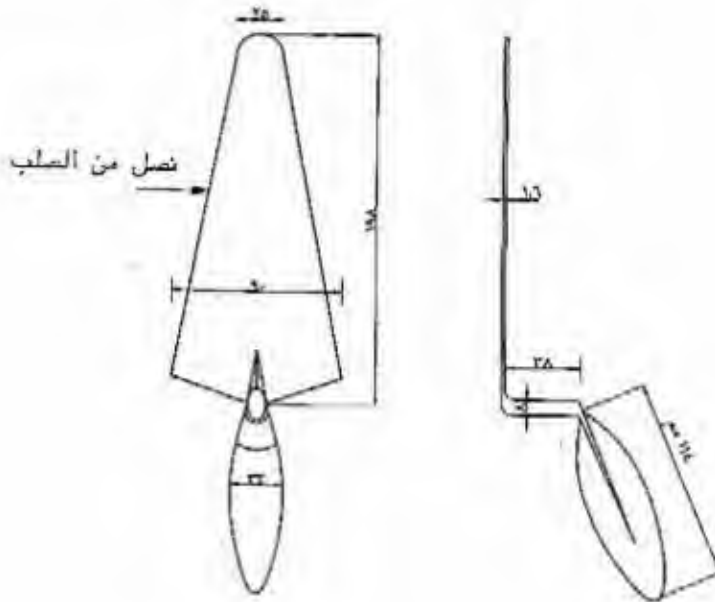
يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطلب الاختبار .

- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معمليا .
- حدود القبول والرفض .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار .

١-٦-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ٢٤٢١-١٩٩٣ : إختبار الخواص الطبيعية والميكانيكية للأسمنت. الجزء الأول : تعيين زمن الشك للأسمنت .



شكل رقم (١-٥-٢) مسطرين الخلط القياسى زنة ٢١٠ جرام (جميع الأبعاد بالمليمتر)

٧-١ اختبار تقدير ثبات الحجم (التمدد) للأسمنت بطريقة لوشاتلييه

LE CHATELIER EXPANSION OF CEMENT

١-٧-١ عام

إن تمدد الأسمنت نتيجة إماهة أكسيد الكالسيوم الحر يمثل خطورة على الخرسانة المتصلة التى يدخل فى تصنيعها هذا الأسمنت و الذى إذا زاد عن الحد المسموح به قد يسبب بعض العيوب بالخرسانة ، لذلك يعتبر تحديد قيمة هذا التمدد ذا أهمية بالغة ، ويحدث هذا التمدد أيضا نتيجة إماهة أكسيد المغنسيوم .

٢-٧-١ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى قياس تمدد الأسمنت باستخدام طريقة لوشاتلييه ، و يحدد هذا الاختبار مدى صلاحية جميع أنواع الأسمنت ماعدا الأسمنت ذو النوعية ٤١٠٠ حيث يجرى عليه اختبار التمدد بطريقة الأوتوكلاف .

٣-٧-١ تعريفات

- ثبات الحجم للأسمنت

هو مقدار التغير - غير الضار - فى حجم عينة الأسمنت المتصلة نتيجة الإماه المتأخرة لأكسيد الكالسيوم الحر أو أكسيد المغنسيوم .

٤-٧-١ الأجهزة

- ميزان : دقة ٠,١ جرام وسعة ١٠٠٠ جرام .

- مخبر مدرج : مدرج بدقة ١ % من الحجم المقاس .

- خلاط : كما هو موضح بطريقة الخلط الميكانيكى لعجينة الأسمنت والمونة ذات القوام اللدن بهذا الدليل فى اختبار رقم (١٤-١) .

- قالب لوشاتلييه : كالموضح بشكل (١-٧-١/أ) ويصنع القالب الأسطوانى من سبيكة نحاسية خاصة بها شق طولى غير قابل للتآكل أو التفاعل مع الأسمنت أو الماء وللقالب ذراعان . وتكون مرونة القالب بحيث يودى تأثير كتلة مقدارها ٣٠٠ جرام إلى زيادة المسافة بين نهايتى الذراعين بمقدار $17,5 \pm 2,5$ ملليمتر كما هو مبين بشكل رقم (١-٧-١-ب) دون حدوث تشكل دائم . ومع كل قالب لوحان من الزجاج يستخدمان كقاعدة وغطاء وتكون

أبعاد الألواح أكبر من قطر الأسطوانة ولا يقل وزن لوح الغطاء عن ٧٥ جرام، ويمكن أن يستعان بكتل صغيرة توضع على لوح أخف لتعويض النقص في هذا الوزن وذلك إذا لزم الأمر .

- حمام مائى : يتكون من وعاء يمكنه احتواء العينات مغمورة ومزود بوسيلة تسخين لها القدرة على رفع درجة الحرارة من 20 ± 2 درجة مئوية إلى درجة الغليان خلال 30 ± 5 دقيقة، وإمكانية الحفاظ على هذه الدرجة للحرارة لمدة ساعتين .

١-٧-٥ العينات

تجهز عينتان على الأقل من عجينة الأسمنت ذات القوام القياسى ، على أن يتم تعيين كمية الماء اللازمة للعجينة ذات القوام القياسى كما هو وارد بهذا الدليل فى اختبار رقم (١-٥).

١-٧-٦ خطوات الاختبار

١ - تجرى التجارب فى مكان درجة حرارته 20 ± 2 درجة مئوية ، ورطوبته النسبية أكبر من ٥٠ % ، كما يلاحظ أن تكون درجة حرارة كل من الأسمنت والماء المستخدمين هى نفس درجة الحرارة التى تجرى عندها التجربة .

٢ - يدهن قالب الجهاز ولوح القاعدة بطبقة من الزيت ثم توضع عجينة الأسمنت فور تجهيزها يدوياً دون أى ضغط أو هز القالب وتستخدم وسيلة لتسوية السطح ويراعى أن يكون شق القالب مغلقاً أثناء عملية الملىء ، ثم يغطى القالب بلوح الغطاء المدهون بالزيت و توضع كتلة إضافية فوقه فى حالة الحاجة إلى ذلك .

٣ - يجرى الاختبار على عينتين من نفس العجينة وفى نفس الوقت .

٤ - فى حالة الاختبار بطريقة الغليان يجرى الاختبار كما يلى :

أ - يوضع الجهاز كاملاً فى الغرفة المكيفة عند درجة 20 ± 1 درجة مئوية ورطوبة نسبية ٩٨% لمدة ٢٤ ساعة + ٠,٥ ساعة .

ب - يرفع القالب عند نهاية هذه الفترة و تقاس المسافة (A) بين طرفى المؤشر لأقرب ٠,٥ مم .

ج - يوضع القالب فى الحمام المائى عند درجة 20 ± 1 درجة مئوية ثم ترفع درجة الحرارة تدريجياً حتى الغليان فى فترة 30 ± 5 دقيقة ثم تترك المجموعة عند درجة الغليان لمدة ٢ ساعة + ٥ دقائق .

د - يترك القالب ليبرد حتى درجة 20 ± 2 درجة مئوية و تقاس المسافة (B) بين طرفى المؤشر لأقرب ٠,٥ مم .

هـ - تسجل القراءات (B ، A) .

و - في حالة الاختبار على البارد يجرى الاختبار كما يلي :

أ - تقاس المسافة (C) بين طرفي المؤشر لأقرب ٠,٥ جم .

ب - يوضع الجهاز في حمام مائي عند درجة حرارة 25 ± 1 درجة مئوية ورطوبة

نسبية ٩٨% لمدة سبعة أيام ثم تقاس المسافة (D) بين طرفي المؤشر لأقرب ٠,٥ جم .

ج - تسجل القراءات (D ، C) .

٧-٧-١ النتائج

- في حالة إجراء الاختبار بطريقة الغليان يحسب التمدد كما يلي :

$$E_B = B - A$$

حيث :

E_B : تمدد الأسمنت

A : القراءة الابتدائية

B : القراءة النهائية

- في حالة إجراء الاختبار على البارد يحسب التمدد كما يلي :

$$E_C = D - C$$

حيث :

E_C : تمدد الأسمنت

C : القراءة الابتدائية

D : القراءة النهائية

ويذكر ما إذا كان اختبار العينات تم على البارد أو بالغليان .

٨-٧-١ حدود القبول أو الرفض

- لا يزيد التمدد المقاس بإحدى الطريقتين على ١٠ ملليمتر لجميع أنواع الأسمنت التي يتم عمل

الاختبار لها ماعدا الأسمنت عالي الكبريتات لا يزيد عن ٥ ملليمتر .

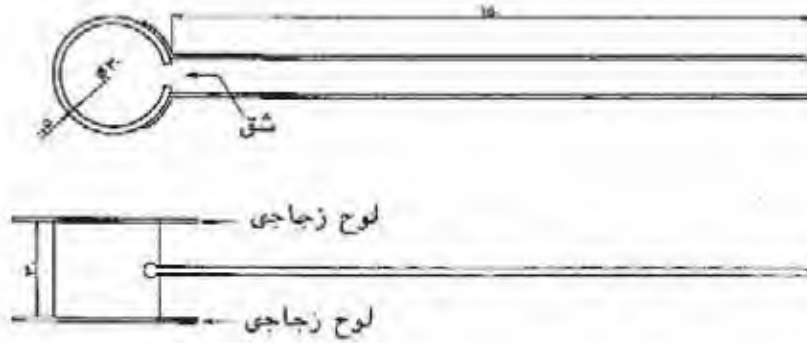
٩-٧-١ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

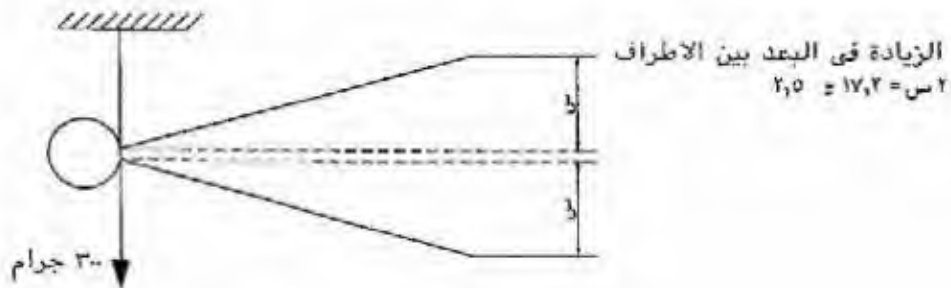
- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالإختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الإختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الإختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معمليا .
- النتائج النهائية للإختبار .
- حدود القبول والرفض .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار

١٠-١٠-١ المراجع:

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ٢٤٢١-١٩٩٣ . الجزء الخامس : تقدير ثبات حجم الأسمنت (التمدد) بطريقة لوشاتليه .
- مواصفات الهيئة الدولية للتوحيد القياسى
- ISO 9597-1989 : Cements – Test Methods – Determination of Setting and Soundness
- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
- ASTM C 305-82 : Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency.



شكل رقم (١-٧-١-أ) قالب لوشاتلييه



شكل رقم (١-٧-١-ب) اختبار مرونة الجهاز

شكل رقم (١-٧-١) جهاز لوشاتلييه لتعيين تمدد الأسمنت (جميع الأبعاد بالمليمتر)

٨-١ اختبار تقدير ثبات حجم الأسمنت (التمدد) بطريقة الأوتوكلاف DETERMINATION OF SOUNDNESS OF CEMENT USING AUTOCLAVE

١-٨-١ عام

يعطى تقدير تمدد الأسمنت مؤشرا عن التمدد المتأخر الذى يمكن أن يحدث نتيجة إماهة أكسيد الكالسيوم وأكسيد الماغنسيوم داخل الخرسانة المتصلدة و الذى إذا زاد عن الحد المسموح قد يسبب بعض الشروخ بها .

٢-٨-١ الهدف

يهدف الاختبار لتحديد التمدد الناتج عن التغير فى طول عينات الأسمنت بعد معالجتها بالخيار داخل الأوتوكلاف، ويحدد هذا الاختبار مدى صلاحية الأسمنت ذى النوعية ٤١٠٠ .

٣-٨-١ تعريفات

- ثبات الحجم للأسمنت

هو مقدار التغير - غير الضار - فى حجم عينة الأسمنت المتصلدة نتيجة الإماهة المتأخرة لأكسيد الكالسيوم الحر أو أكسيد الماغنسيوم .

- الطول الفعال

هو المسافة بين الطرفين الداخلين لمسار القياس .

٤-٨-١ الأجهزة

- ميزان بدقة ٠,١ جرام ويوفى جميع الاشتراطات الخاصة بالموازين بهذا الدليل .

- المخابير الزجاجية المدرجة :

١ - يجب أن تكون المخابير الزجاجية المدرجة ذات سعات مناسبة (كبيرة بحيث تكفى لقياس كمية ماء الخلط اللازمة للمونة أو عجينة الأسمنت فى الخلطة الواحدة) لتحضير الكميات اللازمة للخلط عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية .

٢ - يجب ألا تتعدى دقة التدرج للمخابير ذات السعة ١٠٠ إلى ١٥٠ مليلتر عن ± ١ ملليمتر وبالنسبة للمخابير سعة ٢٠٠ إلى ٣٠٠ ملليمتر عن ± ٢ مليلتر وألا تتعدى $\pm ٠,٥$ % بالنسبة للمخبر ذى السعة أكبر من ٣٠٠ مليلتر .

٣ - يجب أن تكون هذه المخابير مدرجة على الأقل إلى ٥ مليلتر ويجوز أن تقبل التفاوتات الآتية :

- يمكن عدم توضيح العلامات الخاصة بالتدريج للـ ١٥ مليلتر السفلى فى المخابير سعة ١٥٠ مليلتر .
- يمكن عدم توضيح العلامات الخاصة بالتدريج للـ ٢٥ مليلتر السفلى للمخابير سعة ٢٥٠ مليلتر .
- يمكن عدم توضيح العلامات الخاصة بالتدريج للـ ٥٠ مليلتر السفلى للمخابير سعة ٥٠٠ مليلتر .
- يجب أن تمتد خطوط (علامات) التدريج إلى ثلاثة أرباع محيط المخبار على الأقل ويجب أن تكون مرقمة .

- القوالب : يجب أن توفى القوالب المستخدمة الاشتراطات القياسية للجهاز المستخدم فى قياس التغير فى طول مونة وعجينة الأسمنت المتصلدة ، وكما هو موضح بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١٣-١) ، (١٤-١) .

- مسطرين من الصلب يتراوح طوله ما بين ١٠٠ إلى ١٥٠ ملليمتر .

- الأوتوكلاف : يتكون الأوتوكلاف من وعاء يتحمل الضغط العالى لبخار الماء وبه مكان لوضع ترمومتر . يكون الأوتوكلاف معدا بحيث يمكن ضبط الضغط بداخله آليا ومزودا بجهاز قياس الضغط وبه صمام أمان وصمام تهوية للسماح بخروج الهواء أثناء مراحل التسخين الأولى وللتخلص من ضغط البخار الزائد عند نهاية التجربة . كما يجب أن يتحقق بالأوتوكلاف الشروط التالية :

- جهاز قياس الضغط قدرته ٤,١ ميجاباسكال بقطر ١٤٥ ملليمتر مدرج من صفر إلى ٤,١ ميجاباسكال كل تدريج لا يزيد على ٠,٠٣ ميجاباسكال ولا يتجاوز الخطأ $\pm 0,02$ ميجاباسكال عندما يكون الضغط داخل الأوتوكلاف ٢ ميجاباسكال .

- يكون معدل التسخين بحيث يتم الوصول إلى ضغط التشغيل المطلوب (٢ ميجاباسكال) فى فترة زمنية قدرها ٤٥ إلى ٧٥ دقيقة من بداية التسخين و عندما يكون الأوتوكلاف مجهزا بأقصى حمل له (العينات + الماء) .

- يكون ضابط الضغط الآلى قادرا على تثبيت الضغط عند ٢ ميجاباسكال لمدة لا تقل عن ثلاث ساعات ويكون هذا الضغط معادلا لدرجة حرارة 216 ± 2 درجة مئوية .

- يصمم الأوتوكلاف بحيث يسمح بخفض الضغط من ٢ ميجاباسكال إلى أقل من ٠,٠٧ ميجاباسكال فى فترة لا تتجاوز ساعة ونصف من إيقاف التسخين .

- جهاز مقارنة الطول : يجب أن يوفى جهاز مقارنة الطول الاثتراطات القياسية للجهاز المستخدم فى قياس التغير فى طول مونة وعجينة الأسمنت المتصلدة ، وكما هو موضح بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١٣-١) ، (١٤-١) .

٥-٨-١ العينات

تجهز ثلاثة عينات وتكون العينات المستخدمة منشورية بأبعاد $280 \times 20 \times 20$ ملليمتر ومثبت بنهايتها مسمارا قياس والمسافة بين طرفيهما الداخليين $200 \pm 2,5$ ملليمتر .

٦-٨-١ خطوات الاختبار

تكون درجة حرارة الغرفة التى تعد فيها القوالب والمعدات المستخدمة من 20 إلى $27,5$ درجة مئوية والرطوبة النسبية لا تقل عن 50% ودرجة ماء الخلط $23 \pm 1,7$ درجة مئوية ، ويتم تجهيز العينات كالتالى :

١ - تجمع أجزاء القالب بإحكام بعد التأكد من تمام نظافتها وتغطى جميع الوصلات الخارجية بالشمع وتدهن الأسطح الداخلية للقالب بزيت معدنى ويتم تثبيت مسامير القياس فى مكانهما بقلووظ المسمار .

٢ - يوزن حوالى 650 جرام من الأسمنت ويحضر منه عجينة ذات قوام قياسى وكما هو موضح فى الاختبار رقم (٥-١) .

٣ - توضع العجينة فى القالب على طبقتين وتفرّد الطبقة الأولى وتضغط بواسطة الأصابع لستملأ زوايا القالب وحول مسامير القياس ثم توضع الطبقة الثانية وتضغط لمنع الفجوات ، ثم تزال الزيادة وينعم السطح بواسطة المسطرين . يفضل ارتداء قفازات مطاطية أثناء العمل .

٤ - تخزن القوالب بالعينات فى مكان لا تقل رطوبته النسبية عن 95% ودرجة حرارته $23 \pm 1,5$ درجة مئوية لمدة 24 ساعة $\pm 0,5$ ساعة ثم ترفع العينات من القوالب .

٥ - يقاس طول العينات فور رفعها من القوالب ، ويراعى أثناء أخذ القياسات أن تدار العينة بببطء حول محورها فى جهاز مقارنة الأطوال وتؤخذ أقل قراءة لطول العينة فى حالة ما إذا كان دوران العينة يسبب تغيراً فى قراءات الجهاز . توضع علامة عند إحدى نهايتى العينة لضمان ثبات اتجاه وضعها فى عمليات القياس التالية ، كما يراعى تنظيف سطح العينة وجهاز مقارنة الأطوال قبل إجراء القياس .

٦ - توضع العينات فى الأوتوكلاف عند درجة حرارة الغرفة وفى موضع يضمن تعرض جميع جوانبها للبخار المشبع ويجب أن يحتوى الأوتوكلاف على كمية كافية من الماء لحفظ

الضغط طويلة فترة الاختبار ويكفى أن يكون حجم الماء بين ٧ - ١٠ % من حجم الأوتوكلاف .

٧ - يغلّق الأوتوكلاف ويبدأ التسخين ويترك صمام التهوية مفتوحاً أثناء فترة التسخين الأولى ليسمح بخروج الهواء وعند خروج البخار يقلل الصمام وترفع درجة الحرارة بمعدل يؤدي لوصول ضغط بخار الماء إلى ٢ ميجاباسكال خلال فترة من ٤٥ إلى ٧٥ دقيقة من بداية التسخين .

٨ - يحفظ البخار عند ٢ ميجاباسكال لمدة ثلاث ساعات ثم يوقف التسخين ويترك الأوتوكلاف ليبرد بحيث يقل الضغط إلى أقل من ٠,٠٧ ميجاباسكال بعد ساعة ونصف .

٩ - يفتح صمام التهوية تدريجياً لإزالة أي ضغط متبقى حتى يتعادل الضغط داخل الأوتوكلاف مع الضغط الجوى .

١٠ - يفتح الأوتوكلاف وترفع العينات وتوضع فى ماء لا تقل درجة حرارته عن ٩٠ درجة مئوية ويبرد الماء بمعدل منتظم بواسطة إضافة الماء البارد إلى أن تنخفض درجة الحرارة إلى ٢٣ درجة مئوية فى خلال ١٥ دقيقة ثم تترك العينات فى الماء عند هذه الدرجة لمدة ١٥ دقيقة أخرى .

١١ - يجفف سطح العينات ويقاس طولها مباشرة مرة ثانية كما سبق ذكره ثم يحسب التغير فى الطول .

٧-٨-١ النتائج

تحسب النسبة المئوية للتغير فى طول العينة من العلاقة الآتية

$$U_p = \frac{L_1 - L_2}{L} \times 100$$

حيث :

U_p : هى النسبة المئوية للتغير فى طول العينة .

L_1 : الفرق بين طول العينة بعد المعالجة وطول قضيب المعايرة (مم) .

L_2 : الفرق بين طول العينة قبل المعالجة وطول قضيب المعايرة (مم) .

L : الطول الفعال لعينة الاختبار وتساوى المسافة بين الطرفين الداخليين لمسمارى

القياس وتكون ٢٥٠ ملميمتر .

- تكون النتيجة موجبة فى حالة التمدد وسالبة فى حالة التقلص .

٨-٨-١ حدود القبول أو الرفض

يجب ألا يزيد التمدد على ٠,٥ % من طول العينة للأسمنت ذى النعومة ٤١٠٠ .

٩-٨-١ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطلبات الاختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة . .
- النتائج المقاسة معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- حدود القبول والرفض . .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار

١٠-٨-١ دقة وحيود النتائج

ت حسب النتائج لأقرب ٠,٠٠١ % وتسجل لأقرب ٠,٠١ %

١١-٨-١ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ٧٤٢١ / ١٩٩٣ اختبار الخواص الطبيعية والميكانيكية للأسمنت. الجزء الرابع : تقدير ثبات حجم الأسمنت (التمدد) بطريقة الأوتوكلاف .
- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ١٩٧٩/١٤٥٠ الأسمنت البورتلاندى ذى النعومة ٤١٠٠ .

٩-١ اختبار الانسياب للمونة الأسمنتية

FLOW TEST OF CEMENT MORTAR

١-٩-١ عام

يختص هذا الاختبار بتحديد قوام المونة الأسمنتية باستخدام منضدة الانسياب .

٢-٩-١ الهدف

يهدف الاختبار لتحديد قوام مونة الأسمنت لمعرفة مدى قابليتها للتشغيل ، ولا يعتبر ضمن الاختبارات التى تحدد صلاحية الأسمنت .

٣-٩-١ تعريفات

- النسبة المئوية للانسياب :

هى نسبة مقدار التغير فى قطر عينة مونة الأسمنت نتيجة تعرضها لعدد ٢٥ صدمة باستخدام منضدة الانسياب .

٤-٩-١ الأجهزة

- منضدة الانسياب : تتكون من إطار من الحديد وقرص دائرى من البرونز قطره (٢٥٠ + ٢,٥ ملليمتر) متصل به عمود دائرى المقطع ومتعامد عليه . المنضدة والعمود متصلان بالإطار بحيث يمكن رفع القرص رأسياً وسقوطه خلال ارتفاع معين ومحدد بتفاوت (٠,٤٠ ملليمتر) على أن يكون عمود المنضدة الرأسى نظيفاً ومشحماً بزيوت خفيف لخفض الاحتكاك . وسطح القرص سمك ٨ ملليمتر ولا يقل رقم روكويل للصلادة له عن ٢٥ HRB .

- محرك : محرك لإدارة القرص بسرعة ١٠٠ دورة فى الدقيقة .

- القالب : عبارة عن مخروط ناقص ومصنوع من البرونز وبالأبعاد التالية :

القطر الأصغر الداخلى = $70 \pm 0,5$ ملليمتر

القطر الأكبر الداخلى = $100 \pm 0,5$ ملليمتر

الارتفاع = $50 \pm 0,5$ ملليمتر

٤ - مقياس مدرج : مقياس مترج لقياس قطر المونة بعد الانسياب .

٥-٩-١ العينات

يتم إعداد السونة المراد تحديد النسبة المئوية للانسياب لها بطرق الخلط الموضحة فى الاختبار رقم (١-١٥) ما لم يوص بخلاف ذلك ، على أن تكون بكمية كافية لملء القالب .

٦-٩-١ خطوات الاختبار

- ١ - يوضع القالب المخروطى فوق المنضدة بحيث يكون المحور الرأسى للقالب متحذاً مع المحور الرأسى لقرص الانسياب .
- ٢ - يملأ القالب على طبقتين مع دمك كل طبقه ١٥ مرة بقضيب دمك .
- ٣ - يتم رفع القالب المخروطى لأعلى .
- ٤ - يتم تشغيل المحرك بسرعة لا تزيد عن ١٠٠ دورة فى الدقيقة بحيث يسبب ٢٥ صدمة للمونة .
- ٥ - يتم قياس قطر المونة بعد الانسياب فى أربعة اتجاهات على أن يؤخذ أكبر و أصغر قطر فى الاعتبار .

٧-٩-١ النتائج

يتم قياس قطر مخروط المونة بعد الانسياب فى أربعة اتجاهات مختلفة ويؤخذ المتوسط ويكون بالـ مم . تحسب النسبة المئوية للانسياب كما يلى :

$$\text{النسبة المئوية للانسياب} = \frac{\text{القطر المتوسط للمونة المنسابة} - 100}{100} \times 100\%$$

وقد وجد أن انسياباً قدرة حوالى ١١٠% يعطى تشغيلية مقبولة ويرجع للإستشارى لتحديد القيمة المطلوبة لتشغيلية المونة.

٨-٩-١ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معملياً .
- النتائج النهائية للاختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار .

٩-٩-١ المراجع

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM Standards

C 230- 83 : Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement

١٠-١ اختبار تحديد نضح العجينة الأسمنتية والمونة

BLEEDING OF CEMENT PASTES AND MORTARS

١-١٠-١ عام

تغطي هذه الطريقة اختبار تحديد معدل ومقدار نضح العجينة الأسمنتية والمونة.

٢-١٠-١ الهدف

يستهدف هذا الاختبار التعرف على النتائج المقارنة لنضح خلطات مختلفة من عجينة الأسمنت المونة، ولا يستخدم كاختبار قبول أو رفض للأسمنت.

٣-١٠-١ تعريفات

- معدل النضح

هو حجم الماء الناتج من النضح والصاعد إلى سطح عجينة الأسمنت أو المونة لكل وحدة مساحة لكل وحدة زمن .

- سعة النضح

هو حجم الماء الناتج من النضح والصاعد إلى سطح عجينة الأسمنت أو المونة لكل وحدة حجم من العينة .

٤-١٠-١ الأجهزة

تستخدم الأجهزة والمواد التالية :

أ - أجهزة الوزن والانتقال : يجب أن توفى أجهزة الوزن المستخدمة فى تحديد وزن المواد لخلطات المونة متطلبات الاختبار رقم ١-١٩ ، يلزم أن تكون سعة أدوات الوزن ٥٠٠٠ جرام على الأقل وتُقَيَّم دَقَّتُها عند حمل كلِّ ٥٠٠٠ جرام .

ب - أداة دمك: تكون مصنوعة من مادة غير حاصصة ولا تتآكل مثل المطاط متوسط الصلابة أو خشب بلوط معالج ثم جعله غير ماص بالغمر لمدة ١٥ دقيقة في زيت بارافين فى درجة حرارة حوالى ٢٠٠ درجة مئوية ، وتكون ذات مقطع عرضي ١٣ فى ٢٥ ملليمتر وبطول مناسب (١٢٥ أو ١٥٠ ملليمتر) وذات وجه مسطح ومتعامد على اتجاهها الطولى .

ج - جهاز قياس النضج باستخدام إزاحة سائل : يتكون جهاز النضج من وعاء للعجينة أو المونة المختبرة وقرص تجميع (ملحوظة ١) وأنبوبة قياس بقمع ، كما بالشكل رقم (١-١٠-١). ويصنع الوعاء من معدن لا يتأكل بقطر ١٢٥ ملليمتر وارتفاع ١٠٠ ملليمتر، ويكون القرص الخارجي بقطر ١٥٠ ملليمتر ، ويلحم فى محيط الوعاء على بعد ١٣ ملليمتر تحت الحافة العليا للوعاء ويرتفع ٣٨ ملليمتر فوق الحافة.

يكون قرص التجميع ذا قطر داخلى ٧٥ ملليمتر له شفة كما هو موضح بالشكل رقم (١-١٠-١) لتوجيه الماء الصاعد إلى القمع وبه نتوء على الحافة الدنيا كما هو موضح فى التفصيلة اليسرى من شكل رقم (١-١٠-١) لحصر الماء الصاعد فقط فى مساحة القرص ذى القطر ٧٥ ملليمتر. يصنع هذا القرص من معدن لا يتأكل و تتم مركزته و ارتكازه عند العمق الصحيح بالمساند كما هو مبين بالشكل رقم (١-١٠-١) .

يكون الوعاء والقرص بسبك وصلابة كافية للإبقاء على شكلهما عند الاستعمال العادى . يصنع القمع وأنبوبة القياس من الزجاج ويتم ربطهما بحيث لا تكون هناك حواف خشنة تمنع صعود الماء فى الأنبوبة . القطر الخارجى للقمع ٧٤ ملليمتر ، وحافة القمع يتم تسطيحها على مستو مواز لمحور القمع ولأنبوبة القياس، على أن يتم تشكيل الحافة بشكل دائرى . مسعة أنبوبة القياس ٢٥ ملليمتر ولا يزيد ارتفاعها الكلى عن ٤٦٠ ملليمتر . يتم توصيل المتحكم فى المرور و مفتاح التحكم و المهوى بقمع الأنبوبة باستخدام سدادة مطاطية مناسبة. يتم ارتكاز مجموعة الأنبوبة على حامل حلقى أو جهاز مشابه لكي يمكن أن ترتفع أو تخفض بيسر على قرص التجميع وأن تثبت فى مكانها الصحيح خلال فترة الاختبار.

ملحوظة (١) : فى بعض الأحيان ترتفع فقاعات مياه إلى خارج حائط القرص المجمع و تدخل الأنبوبة. و قد وجد أن وضع شريط من مادة أساسها الإيبوكسى حول قرص التجميع من الخارج يمنع هذه الفقاعات من الدخول إلى الأنبوبة.

يلزم حماية جهاز النضج من الاهتزازات و لذلك يوضع على قطعة مطاط إسفنجى.

د - الخلاط الميكانيكى: كما هو موضح بطريقة الخلط الميكانيكى لعجينة الأسمنت والمونة ذات القوام اللدن بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١٤).

هـ - منضدة الانسياب: كما هو موضح باختبار الانسياب بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٩)

و - قالب الانسياب: كما هو موضح باختبار الانسياب بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٩)

ز - المواد المساعدة : حوالى ٥٠٠ مليلتر من سائل كلور هيدروكربون

• تحذير:

يعتبر كلور هيدروكربون من المواد التى يمكن امتصاصها خلال البشرة كما يمكن التعرض لها من خلال استنشاق الأبخرة، يمكن أن يسبب التعرض الطويل المستمر لجرعات صغيرة من المادة الأمراض، يمكن أن يسبب التعرض لكمية كبيرة أو تلامس البشرة مع هذه المادة تسمماً شديداً. و لذلك يلزم استخدام المادة تحت هوية ذات تهويه جيدة.

١-٥-١ خطوات الاختبار

يراعى أن تكون درجة حرارة الغرفة ودرجة حرارة الأسمنت و الرمل و الماء 23 ± 2 درجة مئوية ، و ألا تقل الرطوبة النسبية للمختبر عن ٥٠ % وذلك أثناء إجراء الاختبارات .

أ - اختبار عجينة الأسمنت :

١ - تخلط ٢٣٠٠ جرام أسمنت مع ١٠٣٥ جرام من الماء لتكوين عينة الاختبار ، ويتم إعداد الخلطة ميكانيكياً كما يلى :

- يتم وضع كل ماء الخلط فى وعاء الخلط . ثم يضاف الأسمنت إلى الماء ويشغل الخلط لمدة ثلاث دقائق بسرعة بطيئة (140 ± 5 دورة / دقيقة) .

- تترك العجينة لمدة ثلاث دقائق وخلال الخمس عشرة ثانية الأولى من هذه الفترة يتم إزالة أى كمية من الخلطة قد تكون التصقت بجوانب وعاء الخلط ، ثم تغطى الخلطة ببقية المدة بغطاء أو بقماش رطب ، ثم يعاد الخلط لمدة ثلاث دقائق بنفس السرعة السابقة.

٢ - بعد الانتهاء من عملية الخلط تفرغ العجينة بحرص فى وعاء العجينة بالجهاز ثم يسوى سطحها بحافة مستوية من الصلب لضمان استواء سطح العينة مع حافة الوعاء ذى القطر ١٢٥ ملليمتر . ويلزم إتمام التسوية خلال ١٥ ثانية . وتؤخذ لحظة إتمام التسوية كبدائية لقياس زمن الاختبار.

٣ - يتم وضع قرص التجميع فى وسط سطح العينة و يتم إدخاله لعمق حوالى ٢٠ مم باستخدام المساند الثلاثة كدليل وكما هو موضح بالشكل رقم (١-١٠-١).

٤ - يتم تغطية سطح العجينة (برباعى كلوريد الكربون أو ١ ، ١ ، ١ - ثلاثى كلورو إيثان) بارتفاع ٣١،٨ ملليمتر.

٥ - يتم خفض القمع و الأنبوبة حتى يصبح أعلى قرص التجميع بمقدار ٦،٤ ملليمتر.

- ٦ - يتم سحب السائل فى الأنبوبة باستخدام الشفط إلى علامة الصفر المبينة عليها ويغلق المحبس.
- ٧ - بعد أربع دقائق تؤخذ القراءة الأولى ثم تؤخذ قراءات كل دقيقتين لمدة نصف ساعة بعد لحظة بدء الاختبار ثم تصبح الفترة بين القراءات عشر دقائق حتى ينتهى النضح ، وذلك عندما يصبح الفرق بين قراءتين متتاليتين قيمة مهملة .
- ولإزالة أثر تغير الكثافة بزيادة كميات المياه المتجمعة فى الأنبوبة يتم إرجاع منسوب السائل إلى صفر القياس قبل أخذ كل قراءة مباشرة.

ب - اختبار مونة الأسمنت

- ١ - تخطط ٩٣٠ جرام أسمنت مع ٢٣٢٥ جرام من الرمل المورد بمعرفة طالب الاختبار وكمية مياه بالجرام لتحقيق درجة انسياب ما بين ١٠٥ % إلى ١١٠ % حسب ما هو موضح لاحقا و تعطى كنسبة مئوية من وزن الأسمنت.
- ٢ - لتحقيق الانسياب المطلوب يتم أخذ النسبة المئوية لوزن الماء إلى الأسمنت فى الخلطات التجريبية الابتدائية فى حدود ٥٠ % إلى ٥٢ % للأسمنت البورتلاندى ذى الهواء المحبوس وحوالى ٥٢ % إلى ٥٤ % للأسمنت البورتلاندى العادى .
- ٣ - يتم إعداد الخلطة ميكانيكيا كما يلى :
- يتم وضع كل ماء الخلط فى وعاء الخلاط ثم يضاف الأسمنت إلى الماء ويشغل الخلاط لمدة ثلاث دقائق بسرعة بطيئة (١٤٠ ± ٥ دورة / دقيقة) ، ثم تضاف كمية الرمل كلها ببطء خلال ثلاثين ثانية أخرى بنفس السرعة . بعد انتهاء إضافة الرمل يتم الخلط لمدة دقيقتين إضافيتين بنفس السرعة .
- يوقف الخلاط و تترك المونة لمدة ثلاث دقائق ، وخلال الخمس عشرة ثانية الأولى من هذه الفترة يتم إزالة أى كمية من الخلطة قد تكون التصقت بجوانب وعاء الخلط ثم تغطى الخلطة ببقية المدة بغطاء أو بقماش رطب.
- يعاد الخلط لمدة ثلاث دقائق بنفس السرعة البطيئة.
- ٤ - يتم قياس الانسياب للمونة حسب ما هو موجود بهذا الدليل فى اختبار رقم (١-٩) على أن يكون عدد الصدمات التى تتعرض لها عينة المونة بواسطة منضدة الانسياب ١٠ صدمات من ارتفاع ١٣ ملليمتر فى زمن ٦ ثوانى .
- ٥ - عندما يتم التوصل إلى الخلطة التى تحقق الانسياب المطلوب يتم التخلص من كمية المونة المستخدمة فى اختبار الانسياب ويتم أخذ الكمية الباقية من الخلطة لقياس النضح .

٦ - بعد الانتهاء من اختبار الانسياب مباشرة يتم خلط المتبقى من المونة فى وعاء الخلط لمدة ٣٠ ثانية.

٧ - قبل مرور دقيقتين من الخلط الأصلي للمونة تفرغ المونة بحرص فى وعاء العينة بالجهاز على ثلاث طبقات و تدمك كل طبقة أربعين مرة ، ثم يسوى سطح المونة بحافة مستوية من الصلب لضمان استواء سطح العينة مع حافة الوعاء ذى القطر ١٢٥ ملليمتر .
- يتم الاختبار طبقا للخطوات المتبعة فى اختبار عجينة الأسمنت .

١-١٠-٦ النتائج

أ - يتم حساب نتائج معدل النضح الابتدائى باستخدام القيم المقاسة خلال الثلاثين دقيقة الأولى من الاختبار والتي يكون فيها معدل النضح منتظما كما يلى :

$$R_B = V_1 / (A * t)$$

حيث :

- R_B : معدل النضح مقاسا بالـ (سم^٢ / سم^٢ / ث) .
- V_1 : حجم ماء النزف المقاس خلال الفترة (t) بالـ (سم^٣) .
- A : المساحة المغطاة بقرص التجميع ذى القطر ٧٥ سم بالـ (سم^٢) .
- t : الزمن الذى يكون فيه النضح بمعدل منتظم (بالثانية) .

ملحوظة (٢) : نظراً لأن الكثير من أنواع الأسمنت لا تنزف بمعدل ثابت خلال نصف الساعة الأولى قد يكون من اللازم رسم منحنى النضح و الزمن لتحديد الميل الابتدائى الصحيح للمنحنى و بالتالى معدل النضح الابتدائى.

٢ - يتم حساب سعة النضح كما يلى:

$$C_B = V_2 / V_3$$

حيث :

- C_B : سعة النضح (سم^٣ / سم^٣)
- V_2 : الحجم الكلى لماء النضح (سم^٣) .
- V_3 : هو حجم أسطوانة العجينة أو المونة الواقعة تحت قرص التجميع ذى القطر ٧٥ ملليمتر (سم^٣) .

يتم حساب قيم معدل النضح وسعة النزف لأقرب ثلاثة أرقام عشرية .

١-١٠-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
 - المعلومات الخاصة بطالب الاختبار
 - المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
 - المواصفات المتبعة .
 - النتائج المقاسة معملياً .
 - النتائج النهائية للاختبار .
 - أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار
- ١-١٠-٨ دقة وحيود النتائج
- بيانات الدقة غير متوافرة نتيجة عدم انتشار هذا الاختبار فى الأبحاث و لهذا ينصح بتحديد دقة كل معمل على حدة .

١-١٠-٩ المراجع

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
- ASTM C 230-83 : Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement
- ASTM C 243-85 : Bleeding of Cement Pastes and Mortars
- ASTM C305-82 : Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency

١١-١ اختبار تحديد تمدد المونة الأسمنتية المغمورة فى الماء

EXPANSION OF CEMENT MORTAR BARS
STORED IN WATER

١-١١-١ عام

يتوقف تمدد عينات مونة الأسمنت البورتلاندى التى يتم غمرها تحت الماء على نسبة كبريتات الكالسيوم الموجودة بالأسمنت ، كلما زادت نسبة كبريتات الكالسيوم بالأسمنت كلما زاد تمدد عينات المونة المتصلة والمغمورة تحت الماء .

٢-١٢-١ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تعيين قيمة التمدد الذى يحدث فى عينات المونة المتصلة والمغمورة تحت الماء ، يصلح هذا الاختبار لمونة الأسمنت البورتلاندى فقط . تتوقف قيمة تمدد عينات المونة المتصلة على نسبة كبريتات الكالسيوم الموجودة فى الأسمنت فتزداد قيمة التمدد كلما زادت نسبة وجود كبريتات الكالسيوم فى الأسمنت .

٣-١١-١ الأجهزة

- أوزان وأجهزة الوزن : يجب أن تتفق مواصفات الأوزان والأجهزة المستخدمة فى الوزن مع الاشتراطات المذكورة فى (اختبار رقم ١٩-١) ، على ألا تقل سعة أجهزة الوزن المستخدمة عن ٢ كجم وأن تعابير نقتها على هذا الأساس .
- الزجاجيات المدرجة والقوالب وجهاز مقارنة الأطوال : يجب أن تتفق مواصفاتها مع الاشتراطات الواردة (اختبار رقم ١٩-١) .
- غرفة المعالجة الرطبة : يجب ألا تقل الرطوبة النسبية بالغرفة عن ٩٨% عند درجة حرارة 20 ± 1 درجة مئوية ، وإن لم تتوفر غرفة الرطوبة توضع العينات وهى داخل القوالب فوق حوض به ماء وتغطى بمشمع غير منفذ للماء بحيث لا يصل إليها الماء .
- جهاز الخلط الميكانيكى : يجب أن تتفق مواصفات الخلاط المستخدم ومكوناته وهى الحلة والريشة مع الاشتراطات المذكورة كما هو وارد بطريقة الخلط الميكانيكى لعجينة الأسمنت والمونة ذات القوام اللدن بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١٤-١) .
- المسطرين : يجب أن تتفق مواصفات المسطرين المستخدم فى خلط المونة كما هو وارد باختبار تعيين زمنى الشك الابتدائى والنهائى بهذا الدليل فى الاختبار رقم (٥-١) .

١-١١-٤ العينات

- ١ - العينات المستخدمة منشورية بأبعاد $25 \times 25 \times 285$ ملليمتر ومثبت بنهايتها مسماراً قياس والمسافة بين طرفيهما الداخليين $250 \pm 2,5$ ملليمتر .
- ٢ - عدد العينات المستخدمة أربع عينات لكل نوع أسمنت .

١-١١-٥ خطوات الاختبار :

تكون درجة حرارة الغرفة التى تعد فيها القوالب والمعدات المستخدمة من 20 إلى $27,5$ درجة مئوية ولا تقل الرطوبة النسبية عن 50% ودرجة حرارة ماء الخلط 23 ± 2 درجة مئوية .

١ - تجمع أجزاء القالب بإحكام بعد التأكد من تمام نظافتها مع دهان الأسطح الداخلية للقوالب بمادة تسهل نزع العينات من القوالب بعد تصادها، ويشترط فى هذه المادة ألا تؤثر فى زمن شك الأسمنت وألا تترك أى بقايا على سطح القالب تمنع اختراق الماء إلى داخل العينة .

٢ - يتم خلط 500 جرام أسمنت مع 1375 جرام رمل متدرج وتكون كمية ماء الخلط 243 مليلتر لجميع أنواع الأسمنت البورتلاندى التى لا تحتوى على هواء محبوس وتكون 230 مليلتر لكل أنواع الأسمنت البورتلاندى التى تحتوى على هواء محبوس .

٣ - تتم عملية الخلط ميكانيكياً وكما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٤) .

٤ - بعد الانتهاء من خلط المونة توضع المونة فى القالب على طبقتين وتفرد الطبقة الأولى وتضغط بواسطة الأصابع لئلا زوايا القالب وحول مسامير القياس ثم توضع الطبقة الثانية وتضغط لمنع الفجوات ثم تزال الزيادة وينعم السطح بواسطة المسطرين بالطرق الخفيف على جوانب القالب ، يفضل ارتداء قفازات مطاطية أثناء العمل .

٥ - توضع العينات بعد تجهيزها مباشرة فى غرفة المعالجة الرطبة فى درجة حرارة 23 ± 2 درجة مئوية وتبقى فيها لفترة تتراوح بين 22 إلى 23 ساعة مع تعرض سطحها للرطوبة وحفظه من سقوط الماء عليه مباشرة .

٦ - تستخرج العينات من القوالب وتوضع على كل عينة علامة لتمييزها عن الأخرى ثم توضع العينات تحت الماء فى درجة حرارة 23 ± 2 درجة مئوية لفترة لا تقل عن 30 دقيقة ثم ترفع العينات وتؤخذ القراءة الابتدائية للعينات باستخدام جهاز مقارنة الأطوال على أن تكون هذه القراءة الابتدائية عند عمر 24 ساعة $+ 15$ دقيقة محسوبة من لحظة خلط الأسمنت والرمل بالماء .

- ٧ - بعد أخذ القراءة الابتدائية توضع العينة فى حوض به ماء مشبع بالجير ويوضع الحوض بغرفة المعالجة الرطبة على ألا يقل ارتفاع الماء فوق سطح العينة العلوى عن ٧٠ ملليمتر ، وعلى أن يتم الحفاظ على الحوض نظيفاً من الشوائب .
- ٨ - تَنزَع العينات من الماء واحدة تلو الأخرى بعد ١٤ يوماً محسوبة من لحظة خلط الأسمنت والرمل بالماء ويمسح سطح العينات بقطعة قماش رطبة قبل القياس ثم يقاس طول العينة بجهاز مقارنة الأطوال وتؤخذ القراءة النهائية .

١-١١-٦ النتائج

- تحسب النسبة المئوية للتمدد للمونة المغمورة فى الماء كما يلى :

$$E_w = \frac{L_2 - L_1}{L} \times 100\%$$

حيث :

- E_w : هى النسبة المئوية للتمدد المونة نتيجة الغمر فى الماء .
- L_1 : الفرق بين طول العينة الابتدائى ومقاس طول قضيب المعايرة (مم) .
- L_2 : الفرق بين طول العينة بعد ١٤ يوم ومقاس طول قضيب المعايرة (مم) .
- L : الطول الفعال لعينة الاختبار وتساوى المسافة بين الطرفين الداخلين لمسمارى القياس وتكون ٢٥٠ ملليمتر .

ملحوظة : يتم قياس طول قضيب المعايرة مع كل قياس للعينات لمعادلة تأثير اختلاف درجات الحرارة . ويتم الحساب لأقرب ٠,٠٠١ % من طول العينة الأصلي ، ثم يؤخذ متوسط أربع قراءات متتالية .

١-١١-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بظالم الاختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معملياً .
- النتائج النهائية للاختبار .

- أي ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار

٨-١١-١ المراجع

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM Standards

C 1038- 85 : Expansion of Portland Cement Mortar Bars Stored in Water.

C 305- 82 : Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency.

C 490- 86 : Apparatus for Use in Measurement of Length Change of Hardened Cement Paste and Mortar

C 1005- 86 : Weights and Weighing Devices for Use in the Physical Testing of Hydraulic Cements

C 511- 85 : Specifications of Curing Room and Water

D 1193- 85 : Specifications of Reagent Water

- المواصفات الكندية القومية للأسمنت البورتلاندى

CAN3-A5-M83 : National Canadian Specifications for Portland Cement .

١٢-١ اختبار تحديد تمدد المونة الأسمنتية المعرضة للكبريتات

POTENTIAL EXPANSION OF CEMENT MORTAR
EXPOSED TO SULFATE

١-١٢-١ عام

يتأثر تمدد مونة الأسمنت البورتلاندى عند غمرها فى الماء بنسبة كبريتات الكالسيوم الموجودة بالأسمنت. ويتم تحديد مدى مقاومة الأسمنت للكبريتات بقياس تمدد عينات من مونة الأسمنت تحتوى على ثالث أكسيد الكبريت بنسبة ٧ % من وزن الأسمنت .

١-١٢-٢ الهدف

يستخدم هذا الاختبار للأبحاث وذلك لمقارنة مقاومة أنواع الأسمنت البورتلاندى للكبريتات وذلك بمقارنة تمدد عينات من مونة الأسمنت بها نسبة ٧ % بالوزن من ثالث أكسيد الكبريت .

١-١٢-٣ الأجهزة

- أوزان وأجهزة الوزن : يجب أن تتفق مواصفات الأوزان والأجهزة المستخدمة فى الوزن مع الاشتراطات المذكورة فى هذا الدليل (اختبار رقم ١-١٩) ، على ألا تقل سعة أجهزة الوزن المستخدمة عن ٢ كيلوجرام وأن تعابر دقتها على هذا الأساس .

- الزجاجيات المدرجة والقوالب وجهاز مقارنة الأطوال : يجب أن تتفق مواصفاتها مع الاشتراطات الواردة بهذا الدليل (اختبار رقم ١-١٩) .

- جهاز الخلط الميكانيكى : يجب أن تتفق مواصفات الخلاط المستخدم ومكوناته وهى الحلة والريشة مع الاشتراطات المذكورة كما هو وارد بطريقة الخلط الميكانيكى لعجينة الأسمنت والمونة ذات القوام اللدن بهذا الدليل (اختبار رقم ١-١٤) .

- المسطرين : يجب أن تتفق مواصفات المسطرين المستخدم فى خلط المونة كما هو وارد باختبار تعيين زمنى الشك الابتدائى والنهائى بهذا الدليل (اختبار رقم ١-٥) .

١-١٢-٤ العينات

١ - تكون العينات المستخدمة منشورية بأبعاد $25 \times 25 \times 285$ ملمتر ومثبت بنهاياتها مسمارى قياس والمسافة بين طرفيهما الداخليين $250 + 2,5$ ملمتر .

٢ - يكون عدد العينات المستخدمة ست عينات على أن يتم إعداد كل ثلاث عينات من خلطة واحدة .

١-١٢-٥ خطوات الاختبار

١ - تكون درجة حرارة الغرفة التى تعد فيها القوالب والمعدات المستخدمة من ٢٠ إلى ٢٧,٥ درجة مئوية والرطوبة النسبية لا تقل عن ٥٠ % ودرجة حرارة ماء الخلط 23 ± 2 درجة مئوية .

٢ - يجب أن يتوفر فى الجبس المستخدم الخواص التالية :

- يمر من منخل قطر فتحته ١٥٠ ميكرون .

- يمر على الأقل ٩٤ % منه من منخل قطر فتحته ٧٥ ميكرون .

- يمر على الأقل ٩٠ % منه من منخل قطر فتحته ٤٥ ميكرون .

٣ - يتم حساب نسبة الأسمنت والجبس المطلوبة لإعطاء خليط منها يحتوى على ثالث أكسيد الكبريت بنسبة ٧ % بالوزن كما يلى :

$$C_m \% = ((g - 7.0) / (g - c)) * 100$$

$$G_y \% = ((7.0 - c) / (g - c)) * 100$$

حيث :

C_m : نسبة الأسمنت فى خليط الأسمنت والجبس .

G_y : نسبة الجبس فى خليط الأسمنت والجبس .

c : النسبة المئوية لمحتوى ثالث أكسيد الكبريت فى الأسمنت البورتلاندى .

g : النسبة المئوية لمحتوى ثالث أكسيد الكبريت فى الجبس .

- على أن تكون نسبة محتوى ثالث أكسيد الكبريت محددة لأقرب ٠,١ % .

٤ - تجمع أجزاء القالب بإحكام بعد التأكد من تمام نظافتها مع دهان الأسطح الداخلية للقوالب بمادة تسهل نزع العينات من القوالب بعد تصلدها ويشتراط فى هذه المادة ألا تؤثر فى زمن شك الأسمنت وألا تترك أى بقايا على سطح القالب تمنع اختراق الماء إلى داخل العينة .

٥ - يتم خلط ١١٠٠ جرام رمل مع ٤٠٠ جرام من خليط الأسمنت والجبس مع ١٩٤ مليلتر من الماء لجميع أنواع الأسمنت البورتلاندى الغير حاوى على الهواء المحبوس أو ١٨٤ مليلتر لجميع أنواع الأسمنت البورتلاندى ذى الهواء المحبوس .

٦ - تتم عملية الخلط ميكانيكياً وذلك بوضع ماء الخلطة كله فى حلة الخلاط ثم يتم إضافة الجبس إلى الماء ويشغل الخلاط بالسرعة البطيئة لمدة ١٥ ثانية ثم يتم إيقاف الخلاط وإضافة الأسمنت ثم تستكمل إجراءات الخلط كما هو وارد بطريقة الخلط الميكانيكى لعجينة المونة ذات القوام اللدن بهذا الدليل (اختبار رقم ١-١٤) .

٧ - بعد الانتهاء من خلط المونة توضع المونة فى القالب على طبقتين وتفرد الطبقة الأولى وتضغط بواسطة الأصابع لتملاً زوايا القالب وحول مسامير القياس ثم توضع الطبقة الثانية

وتضغط لمنع الفجوات ثم تزال الزيادة ويتعم السطح بواسطة المسطرين بالطرق الخفيف على جوانب قالب ، يفضل ارتداء قفازات مطاطية أثناء العمل .

٨ - توضع العينات بعد تجهيزها مباشرة فى غرفة المعالجة الرطبة فى درجة حرارة 23 ± 2 درجة مئوية وتبقى فيها لفترة تتراوح بين ٢٢ إلى ٢٣ ساعة مع تعرض سطحها للرطوبة وحفظه من سقوط الماء عليه مباشرة .

٩ - تَنزَع العينات من القوالب وتوضع على كل عينة علامة لتمييزها عن الأخرى ثم توضع العينات تحت الماء فى درجة حرارة 23 ± 2 درجة مئوية لفترة لا تقل عن ٣٠ دقيقة ثم ترفع القوالب وتؤخذ القراءة الابتدائية للعينات باستخدام جهاز مقارنة الأطوال على أن تكون هذه القراءة الابتدائية عند عمر ٢٤ ساعة + ١٥ دقيقة محسوبة من لحظة إضافة الأسمنت إلى الماء .

١٠ - تخزن العينات أفقياً فى الماء عند درجة حرارة 23 ± 2 درجة مئوية على أن تكون المسافات الخالصة بين العينات ٦ ملليمتر على الأقل من جميع الجوانب ، ويكون ارتفاع الماء فوق سطح العينات بحوالى ١٣ ملليمتر وعلى أن يتم تغيير الماء كل سبعة أيام فى الثمانية والعشرين اليوم الأولى ثم تغير كل ٢٨ يوماً بعد ذلك .

١١ - تنزع العينات من الماء واحدة تلو الأخرى بعد ١٤ يوم محسوبة من لحظة خلط الأسمنت والماء ثم يمسح سطح العينات بقطعة قماش رطبة قبل القياس ثم يقاس طول العينة بجهاز مقارنة الأطوال وتؤخذ القراءة النهائية .

١-١٢-٦ النتائج

- تحسب النسبة المئوية للتمدد نتيجة وجود نسبة مئوية ٧ % بالوزن من ثالث أكسيد الكبريت بالأسمنت كما يلى :

$$E_{su} = \frac{L_2 - L_1}{L} \times 100\%$$

حيث :

E_{su} : هى النسبة المئوية لتمدد المونة نتيجة وجود ثالث أكسيد الكبريت .

L_1 : الفرق بين طول العينة الابتدائى ومقاس طول قضيب المعايرة (مم) .

L_2 : الفرق بين طول العينة بعد ١٤ يوماً ومقاس طول قضيب المعايرة (مم) .

L : الطول الفعال لعينة الاختبار وتساوى المسافة بين الطرفين الداخليين لمسمارى

القياس وتكون ٢٥٠ ملليمتر .

ملحوظة : يتم قياس طول قضيب المعايرة مع كل قياس للعينات لمعادلة تأثير اختلاف درجات الحرارة .

- يتم الحساب لأقرب ٠,٠٠١ % من طول العينة الأصلي .
 - جميع العينات التى تبقى بعد ١٤ يوما يجب أن تمثل مجموعة بها ثلاث عينات على الأقل ولها مدى مسموح به يعتمد على العينات الباقية كما يلى :
- | عدد العينات | المدى المسموح به الأقصى % |
|-------------|---------------------------|
| ٣ | ٠,٠١ % |
| ٤ | ٠,٠١١ % |
| ٥ | ٠,٠١٢ % |
| ٦ | ٠,٠١٢ % |
- يسجل متوسط العينات لكل مجموعة لأقرب ٠,٠٠١ %

١٢-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار .
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار .

١٢-٨ الدقة والحيود

- وجد أن الانحراف المعيارى الفردى (لنفس الشخص) ٠,٠٠٣ % لتمدد بين ٠,٠١ - ٠,٠٤ % لذلك لا يزيد اختلاف أى مجموعتين لنفس الشخص عن ٠,٠٠٩ % .
- وجد أن الانحراف المعيارى لعدة معامل ٠,٠٠٥ % لتمدد بين ٠,٠١ - ٠,٠٤ % لذلك لا يزيد اختلاف أى مجموعتين لمعملين من نفس الخلطة عن ٠,٠١٤ % .

٩-١٢-١ المراجع

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM Standards

- C 452-89 : Potential Expansion of Portland Cement Mortar Exposed to Sulfate .
C 1005-86 : Weights and Weighing Devices for Use in the Physical Testing of Hydraulic Cements .
C 230-83 : Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement .
C 305-82 : Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency .
C 490-86 : Apparatus for Use in Measurement of Length Change of Hardened Cement Past and Mortar .

١٣-١ اختبار تعيين الانكماش بالجفاف للمونة الأسمنتية

DRYING SHRINKAGE OF CEMENT MORTAR
CONTAINING PORTLAND CEMENT

١-١٣-١ عام

يستخدم هذا الاختبار لتعيين تأثير نوع الأسمنت البورتلاندى على الانكماش بالجفاف لمونة بها رمل قياسى مدرج عند تعرضها لظروف محيطية محددة من الحرارة والرطوبة النسبية ومعدل البخر.

١-١٣-٢ الهدف

الانكماش بالجفاف للمونة كما يحدد بهذا الاختبار له علاقة خطية بانكماش الجفاف للخرسانة المصنعة من نفس الأسمنت ومعرضة لنفس ظروف الجفاف المحيطة ، و بالتالى يمكن استخدام هذه الطريقة عند الاحتياج لبيانات عن تأثير نوع أسمنت بورتلاندى على انكماش الجفاف للخرسانة ، ولا يعتبر هذا الاختبار اختبار قبول أو رفض للأسمنت.

١-١٣-٣ تعريفات

انكماش الجفاف هو النقص فى طول عينة الاختبار مقاسا فى اتجاه محورها الطولى حيث يحدث النقص نتيجة أى عامل غير الأحمال الخارجية المؤثرة و ذلك تحت تأثير ظروف محددة من الحرارة والرطوبة النسبية ومعدل البخر للبيئة المحيطة . ويشمل الانكماش بالجفاف التأثير المحصل الناتج من ظواهر مختلفة تؤدى بعضها إلى زيادة وبعضها الآخر إلى نقص فى الطول.

١-١٣-٤ الأجهزة

- أجهزة الوزن والأثقال : أجهزة الوزن المستخدمة فى تحديد وزن المواد لخلطات المونة يجب أن توفى متطلبات هذا الدليل (اختبار رقم ١-١٩).
- المخبار المدرج : مخبار مدرج بسعة ملائمة وكما هو موضح فى إشتراطات أجهزة قياس التغير فى طول المونة بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٢٠) .
- القوالب : كما هو موضح فى إشتراطات أجهزة قياس التغير فى طول المونة بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٢٠) .
- مسطرين : يكون له طرف مستقيم من الصلب بطول يتراوح من ١٠٠ إلى ١٥٠ ملليمتر .

- جهاز مقارنة الطول : يجب أن يوفى الاشتراطات القياسية للجهاز المستخدم فى قياس التغير فى طول مونة وعجينة الأسمنت المتصلدة كما هو موضح بهذا الدليل فى الاختبار رقم (٢٠-١).

١٣-١-٥ العينات

- العينات المستخدمة

منشورية بأبعاد $25 \times 25 \times 285$ ملليمتر ومثبت بنهايتها مسماراً قياس والمصافة بين طرفيهما الداخليين $250 \pm 2,0$ ملليمتر .

- عدد عينات الاختبار

بالرغم من أن عدد عينات الاختبار يمكن أن يتكون من أربع عينات مصنوعة من خلطة واحدة للمونة فإنه من المفضل أن يتم عمل عدد (١٢) عينة و تكون كل أربع منها مصنوعة من إحدى خلطات ثلاث يتم عملها فى ثلاث أيام مختلفة.

١٣-١-٦ خطوات الاختبار

تكون درجة حرارة الغرفة التى تعد فيها القوالب والمعدات المستخدمة من ٢٠ إلى ٢٧,٥ درجة مئوية ولا تقل الرطوبة النسبية عن ٥٠ % ودرجة حرارة ماء الخلط 23 ± 2 درجة مئوية .

١ - تجمع أجزاء القالب بإحكام بعد التأكد من تمام نظافتها وتغطى جميع الوصلات الخارجية بالشمع وتدهن الأسطح الداخلية للقالب بزيوت معدنى ويتم تثبيت مسمارى القياس فى مكانهما بقلووظ المسمار .

٢ - يتم خلط ٧٥٠ جرام أسمنت مع ١٥٠٠ جرام رمل قياسى طبقاً للبند (١-١٥-٥-٢) وكمية من ماء الخلط تكفى لعمل انسياب مقداره ١١٠% وكما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (٩-١).

٣ - تتم عملية الخلط ميكانيكياً ، وكما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١٤).

٤ - توضع المونة فى القالب على طبقتين وتفرّد الطبقة الأولى وتضغط بواسطة الأصابع لئلا زوايا القالب وحول مسامير القياس ثم توضع الطبقة الثانية وتضغط لمنع الفجوات ثم تزال الزيادة وينعم السطح بواسطة المسطرين بالطرق الخفيف على جوانب القالب ، يفضل ارتداء قفازات مطاطية أثناء العمل .

- ٥ - تخزن القوالب بالعينات فى مكان لا تقل رطوبته النسبية عن ٩٥ % ودرجة حرارته $23 \pm$ درجة مئوية لمدة ٢٤ ساعة + ٠,٥ ساعة .
- ٦ - يتم رفع العينات من القوالب و تستكمل المعالجة فى المياه لمدة ٤٨ ساعة .
- ٧ - عند عمر $72 \pm 0,5$ ساعة ترفع العينات من المياه وتسمح بقمّاش رطب ، وتؤخذ قراءة لطول كل عينة باستخدام جهاز مقارنة الطول ، ثم توضع العينات فى الهواء لمدة ٢٥ يوماً و يتم الحصول على قراءات بجهاز مقارنة الطول لكل عينة بعد ٤ ، ١١ ، ١٨ ، ٢٥ يوماً من التخزين بالهواء .

١-١٣-٧ النتائج

- ١ - تحسب النسبة المئوية للانكماش بالجفاف الخطى لكل عينة عند كل عمر للتجفيف بالهواء كما يلى :

$$S_p = \frac{L_1 - L_2}{L} \times 100\%$$

حيث :

 S_p : هى النسبة المئوية للانكماش بالجفاف L_1 : الفرق بين طول العينة عند رفعها من الماء ومقاس طول قضيب المعايرة (مم) . L_2 : الفرق بين طول العينة عند كل عمر للتجفيف بالهواء ومقاس طول قضيب المعايرة (مم) . L : الطول الفعال لعينة الاختبار وتساوى المسافة بين الطرفين الداخليين لمسمارى القياس وتكون ٢٥٠ مم .

ملحوظة : يتم قياس طول قضيب المعايرة مع كل قياس للعينات لمعادلة تأثير اختلاف درجات الحرارة .

٢ - يؤخذ متوسط النتائج لأربع عينات من نفس خلطة المونة على أنه النسبة المئوية لأربع الانكماش بالجفاف للمونة .

٣ - إذا تم اختيار أكثر من خلطة مونة يلزم إعطاء متوسط نتائج كل خلطة.

٤ - يتم رسم نتائج الانكماش كدالة من معكوس الزمن . حيث يشمل الزمن فترة المعالجة الرطبة ، حيث يمكن استخدام مقياس لوغاريتمى لقيم الانكماش بالجفاف و مقياس عكسى للزمن الكلى.

٨-١٣-١ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار .

٩-١٣-١ دقة و حيود النتائج

- الدقة والحيود

خلال ٩٥% من الوقت لا يجب أن يزيد الفرق بين نتائج اختبارين (كل منهما متوسط أربع عينات مختبره بصورة مرضية) تم إجراؤهما بواسطة نفس الشخص فى أيام مختلفة عن ٠,٠٠٧% و نتائج اختبارين (كل منها متوسط أربع نتائج لعينات مختبرة بصورة مرضية) تم الحصول عليهما لمعملين مختلفين لا يجب أن تزيد بأكثر من ٢٥% من متوسطهما.

- التكرارية

حيث أن نتيجة اختبار واحد هي متوسط نتائج أربع عينات من نفس الخلطة لا يجب النظر للفرق بين النتائج المتطابقة لنفس القائم بالاختبار بعدم ثقة إلا إذا زاد الفرق عن ٠,٠٠٧%، وحينما تكون نتيجة الاختبار هي متوسط اثنتى عشرة عينة و كل أربع عينات مأخوذة من واحدة من ثلاث خلطات لنفس القائم بالاختبار لا ينظر إلى النتائج بعدم ثقة إلا إذا زاد الفرق بين النتائج عن ٠,٠٠٤%.

- إعادة الحصول على النتائج

النتيجة المتوسطة للأربع عينات أو الاثنى عشرة عينة المقدمة من معمل واحد لا تعتبر غير موثوق فيها إلا إذا اختلفت عن نتائج معمل آخر بأكثر من ٢٥% من المتوسط.

- التحيز

لا يمكن التعليق بصورة مسببة على طريقة الاختبار حيث لا توجد عينات مرجعية.

١-١٣-١٠ المراجع

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM Standards

- C 490-86 : Apparatus for Use in Measurement of Length Change of Hardened cement Paste and Mortar.
- C 305-82 : Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency
- C 157-86 : Length Change of Hardened Hydraulic Cement Mortar and Concrete.
- C 511-86 : Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes.

١-١٤ طريقة الخلط الميكانيكى لعجينة الأسمنت والمونة ذات القوام اللدن

MECHANICAL MIXING OF CEMENT PASTES
AND MORTARS OF PLASTIC CONSISTENCY

١-١٤-١ عام

يستلزم إجراء الاختبار على عجينة الأسمنت أو المونة للحصول على نتائج دقيقة أن تكون المونة أو عجينة الأسمنت المختبرة مخلوطة خلطا جيدا بحيث تكون متجانسة فى جميع أجزائها لذلك يلزم تجهيز هذه العينات ميكانيكياً بطريقة قياسية كما سيتم توضيحه فيما يلى.

١-١٤-٢ الهدف

تهدف هذه الطريقة لتوضيح الأسلوب الصحيح الذى يجب أن يتبع عند الخلط الميكانيكى لعينات عجينة الأسمنت أو المونة التى تستخدم فى إجراء اختبارات الأسمنت.

١-١٤-٣ التعريفات

- السرعة البطيئة :

هى سرعة دوران ريشة الخلاط وتكون سرعتها فى محيط دائرى 140 ± 5 لفات / دقيقة، بحيث تعطى سرعة دوران حول نفسها حوالى ٦٢ لفة / دقيقة

- السرعة العالية :

هى سرعة دوران ريشة الخلاط وتكون سرعتها فى محيط دائرى 285 ± 10 لفات / دقيقة، بحيث تعطى سرعة دوران حول نفسها حوالى ١٢٥ لفة/دقيقة

١-١٤-٤ الأجهزة

- الخلاط : يجب أن تتوفر الشروط الآتية فى الخلاط :

- أن يدار كهربائيا بحركة اختزالية ، أى تدور الريشة فى محيط دائرى وتدور حول نفسها
- يجب أن يكون من الممكن إدارة ريشة الخلاط بسرعتين هما السرعة البطيئة والسرعة العالية ويتم التحكم فيهما ميكانيكياً (لا يقبل نظام تغيير السرعات عن طريق ريوسات كهربائى لريشة الخلاط فى محيط دائرى) .
- يجب ألا تقل قدرة الموتور المحرك لحلة الخلاط عن ١٢٤ وات أو ١/٦ حصان .

- يجب أن تتراوح المسافة الخالصة بين أسفل نقطة فى الريشة وقاع حلة الخلط ما بين ٠,٨ إلى ٢,٥ ملليمتر وذلك عندما تكون حلة الخلط فى وضع الخلط .

- ريشة الخلط : يجب أن تتوفر فيها الشروط الآتية :

- أن يمكن فكها وتركيبها بالخلط بسهولة .

- أن تكون مصنوعة من الحديد الصلب .

- أن تكون أبعادها متفقة مع الأبعاد الموجودة بالشكل رقم (١-٤-ب) .

- تكون أبعاد ريشة الخلط بحيث أنه عندما تكون الريشة فى وضع الخلط تكون حدودها الخارجية متفقة مع الشكل الداخلى لسطح حلة الخلط وثايباها بحيث لا تزيد المسافة بين النقط المتقابلة فى حدود الريشة مع سطح الحلة الداخلى عن ٤ مم وألا تقل عن ٠,٨ مم.

- حلة الخلط : يجب أن تتوفر فيها الشروط الآتية :

- أن تكون قابلة للفك والتركيب من الخلط بسهولة .

- يجب ألا تقل سعتها عن ٥ لتر .

- أن تكون ذات شكل وأبعاد كالموضحة بالشكل رقم (١-٤-أ) .

- أن تكون مصنوعة من الحديد الصلب .

- أن تكون مصنوعة بحيث يمكن تثبيتها تثبيتا كليا فى الخلط أثناء عملية الخلط .

٤ - أجهزة إضافية

الموازين و الأوزان و المخابير المدرجة وأى أجهزة أخرى إضافية تستخدم فى قياس وتجهيز مواد المونة قبل عملية الخلط ، يجب أن تتفق مواصفاتها مع المواصفات الخاصة بأجهزة إعداد عينات عجينة الأسمنت أو المونة طبقا لكل اختبار على حدة .

١-٤-٥ العينات

يجب أن تحدد نوعية المواد ونسب خلطها وكمياتها المستخدمة فى تجهيز عينات الاختبار طبقا لمتطلبات مواصفات الاختبار التى تحدد أسلوب إجراء الاختبار واختيار عيناته ومكوناته .

١-٤-٦ خطوات الاختبار

أ - بالنسبة لخلط عجينة الأسمنت:

١ - توضع الريشة والحلة جاقين فى مكانهما بالخلط فى وضع الخلط .

٢ - توضع مكونات الخلطة فى حلة الخلط وتخلط المكونات كما يلى :

* يوضع ماء الخلط كله فى الحلة .

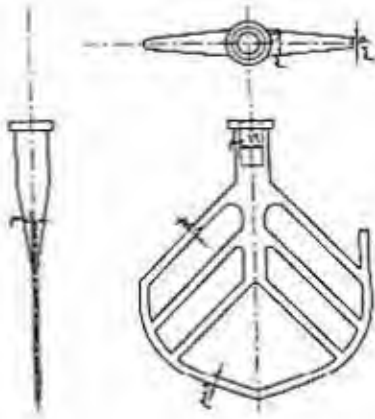
- * يضاف بعد ذلك الأسمنت على الماء فى حلة الخلط ويترك ٣٠ ثانية لإتمام امتصاص الماء بالأسمنت .
- * يشغل الخلاط على السرعة البطيئة لمدة ٣٠ ثانية .
- * يوقف الخلاط عن العمل لمدة ١٥ ثانية لتجميع ما التصق من الخلطة على جوانب الحلة وتضاف إلى باقى الخلطة .
- * يشغل الخلاط على السرعة العالية لمدة دقيقة واحدة .

٢ - بالنسبة لخلط مونة الأسمنت

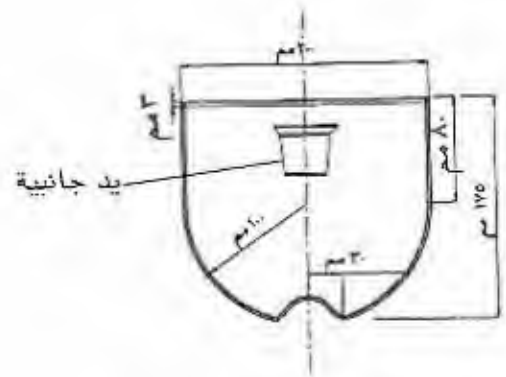
- ١ - توضع الريشة والحلة جافتين فى مكانهما بالخلط فى وضع الخلط .
- ٢ - توضع مكونات الخلط فى حلة الخلاط وتخلط المكونات كما يلى :
 - يوضع ماء الخلط كله فى الحلة .
 - يضاف بعد ذلك الأسمنت على الماء فى حلة الخلط ويشغل الخلاط على السرعة البطيئة لمدة ٣٠ ثانية .
 - تضاف كمية الرمل كلها بحلة الخلاط على فترة ٣٠ ثانية وذلك أثناء تشغيل الخلاط على السرعة البطيئة .
 - يوقف الخلاط وتغير سرعته إلى السرعة العالية ويستمر التشغيل لمدة ٣٠ ثانية .
 - يوقف الخلاط وتترك المونة لمدة ٩٠ ثانية ، وأثناء هذه الفترة فى أول ١٥ ثانية تجمع بسرعة كمية المونة التى التصقت بجوانب الحلة وتضاف إلى باقى الخلطة ، و بالنسبة للفترة الباقية (٧٥ ثانية) تغطى حلة الخلاط بالغطاء الخاص بها وتترك حتى نهاية الفترة .
 - يشغل الخلاط مرة أخرى على السرعة العالية لمدة ٦٠ ثانية لاستكمال عملية الخلط .

١-١٤-٧ المراجع

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
- ASTM C 305-82 : Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency.



(ب) ريشة الخلط



(أ) حلة الخلط

شكل رقم (١ - ١٤) حلة وريشة الخلاط الميكانيكى

١-١٥ اختبار تحديد مقاومة الضغط للمونة الأسمنتية

COMPRESSIVE STRENGTH OF CEMENT MORTARS

١-١٥-١ عام

تعتبر مقاومة الضغط من أهم خواص الخرسانة . وتكتسب الخرسانة مقاومتها للضغط من وجود عجينة الأسمنت نتيجة التفاعل الذى يحدث بين مكونات الأسمنت و الماء المضاف إليه ، لذلك يلزم التأكد من أن الأسمنت المستخدم له مقاومة ضغط مناسبة لقبولة أو رفضه . ويجرى هذا الاختبار على جميع أنواع الأسمنت .

١-١٥-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تعيين مقاومة الضغط لمونة الأسمنت باختبار مكعبات قياسية من مونة الأسمنت . ويتم خلطها يدويا وتدمك ميكانيكيا بماكينة اهتزاز قياسية . ويعتبر هذا الاختبار إختبار قبول أو رفض للأسمنت .

١-١٥-٣ الأجهزة

- أجهزة الوزن والأنتقال : أجهزة الوزن المستخدمة فى تحديد وزن المواد لخلطات المونة يجب أن توفى متطلبات هذا الدليل (اختبار رقم ١-١٩).

- المخابير المدرجة : المخابير المدرجة بسعة ملائمة وكما هو موضح فى إشتراطات أجهزة قياس التغير فى طول المونة فى الاختبار رقم (١-٢٠) .

- مناخل قياسية ذات فتحات مربعة من تسيج أسلاك فتحتها ٨٥٠ ميكرون ، ٦٥٠ ميكرون .

- مسطرين الخلط : يكون مصنوعاً من الصلب الذى لا يصدأ ولا يتفاعل مع الأسمنت ويزن (٢١٠ جرام) وكما هو موضح باختبار تحديد زمنى الشك الابتدائى والنهائى بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٥٠) .

- ماكينة الاهتزازات : يجب أن تتوافر فيها الشروط الآتية :

- أن تكون كتلة جزء الماكينة المرتكز على بلى الاهتزاز شاملا كتلة قالب والحامل والدليل والمكعب ٢٩ كيلو جرام تقريبا (لا تشمل هذه الكتلة جزء الماكينة الخاص بحركة الهز) .
- أن تكون سرعة الهزاز (عمود الاهتزاز 12000 ± 400 هزة فى الدقيقة) .
- أن يكون عزم عمود الاهتزاز ٠,٠١٦ نيوتن-متر .

- قوالب الاختبار :

- يكون قالب الاختبار مكعباً بأبعاد ٧٠,٧ ملليمتر ومساحة كل سطح من أسطحه ٥٠٠ مم^٢.
- يصنع القالب من معدن لا يتأثر بمونة الأسمنت ويكون متيناً بالدرجة التى تمنع التشوهات ومصمماً بحيث يسمح بسهولة نزع العينة منه دون حدوث أى أضرار بها ، وجميع أجزاء القالب بوسيلة تجعله متماسكاً أثناء الملء والتداول.
- يزود كل قالب بقاعدة من لوح صلب لمنع تسرب المونة من القالب أو الماء ويكون وزن القالب والقاعدة متوافقاً مع متطلبات ماكينة الاهتزازات .
- يسمح بالتفاوتات التالية فى قوالب الاختبار :

* الأبعاد : يكون عمق القالب والمسافة بين كل زوجين من الأوجه الداخلية المتقابلة 70.7 ± 1 ملليمتر باعتبار أن كل من هذه الأبعاد هو متوسط أربعة قياسات من أماكن متماثلة .

* استواء السطح : يكون التفاوت فى استواء كل سطح من الأسطح الداخلية 0.03 ملليمتر ويكون التفاوت فى توازى القاعدة والسطح العلوى وكل وجهين متقابلين 0.06 ملليمتر .

* التعامد : يكون التفاوت فى تعامد الأسطح الداخلية مع القاعدة وبين كل سطحين متجاورين 0.5 درجة .

- تغطى الوصلات بين جوانب القالب ووصلات بين قاعدة القالب ولوح القاعدة بطبقة رقيقة من الشحم لمنع تسرب الماء . يزال أى شحم زائد كما تغطى الأسطح الداخلية بالزيت لمنع التصاق المونة بها .

- حوض المعالجة : يحتوى على ماء صالح للشرب ويغير هذا الماء كل سبعة أيام على الأكثر أو حين الحاجة لذلك وتكون درجة حرارة الماء به 20 ± 2 درجة مئوية

- ماكينة اختبار الضغط : تكون مناسبة للاختبار بحيث يقع أقصى حمل متوقع للعينة بين $20 - 80\%$ من تدرج القياس بالماكينة ويراعى التحميل من الصفر ويزداد تدريجياً ويانتظام بمعدل قدره 35 نيوتن/مم^٢ فى الدقيقة .

١-٥-٤ العينات

- يتم اختبار ثلاثة مكعبات بأبعاد $70.7 \times 70.7 \times 70.7$ ملليمتر عند كل عمر اختبار.

١-١٥-٥ خطوات الاختبار

١ - تكون درجة الحرارة والرطوبة النسبية أثناء خلط وصب العينات كما هو موضح بالجدول التالى رقم (١-١٥-١) :

جدول (١-١٥-١) : اشتراطات الحرارة والرطوبة النسبية و التفاوتات المسموح بها

المكان	درجة الحرارة (مئوية)	أقل رطوبة نسبية (%)
غرفة الخلط	20 ± 2	٦٥ %
غرفة المعالجة	20 ± 2	٩٠ %
ماء حوض المعالجة	20 ± 2	---
حجرة ماكينة الضغط	20 ± 2	٥٠ %

ملحوظة : قبل إجراء الاختبار يراعى أن تكون درجة حرارة المواد المستخدمة والقوالب هي نفس درجة حرارة غرفة الخلط ويتم ذلك بحفظها داخل الغرفة لمدة كافية .

٢ - يشترط فى الرمل القياسى المستعمل فى هذا الاختبار ما يلى :

- لا تقل نسبة السيليكا فيه عن ٩٠ % بالوزن .
- يكون مغسولا ومجففاً جيداً ولا يزيد محتوى الرطوبة به عن ٠,١ % بالوزن على الأساس الجاف .

- لا يزيد الفقد فى الوزن بعد معالجته بحمض الهيدروكلوريك الساخن على ٠,٢٥ % .
- يمر جميعه من المنخل القياسى (مقاس فتحته ٨٥٠ ميكرون) ولا يزيد المار منه من المنخل القياسى (مقاس فتحته ٦٠٠ ميكرون) على ١٠ % بالوزن .

٣ - تحضر الأوزان اللازمة (الرمل والأسمنت والماء) لكل مكعب كما هو موضح بالجدول التالى رقم (٢-١٥-١) :

جدول رقم (٢-١٥-١) : نسب الخلط للمكعب الواحد

نوع الأسمنت	المواد	النسب بالوزن	الوزن (جرام)
كل أنواع الأسمنت ماعدا الأسمنت عالى الألومينا	أسمنت	١,٠	185 ± 1
	رمل	٣,٠	555 ± 1
	ماء	٠,٤	74 ± 1
الأسمنت عالى الألومينا	أسمنت	١,٠	190 ± 1
	رمل	٣,٠	570 ± 1
	ماء	٠,٤	76 ± 1

- ٤ - تثبت القالب على ماكينة الهز ويركب الدليل فوق القالب .
- ٥ - تخلط المونة الخاصة بكل مكعب على سطح غير مسامى ممسوح بقطعة قماش مبتلة ويخلط الأسمنت والرمل وهما جافان لمدة دقيقة باستعمال عدد اثنين من المسطرين القياسى ثم يضاف الماء ويتم خلط المكونات لمدة ٤ دقائق باستخدام المسطرين .
- ٦ - تنقل المونة فور خلطها وبسرعة إلى دليل القالب ويهز القالب لمدة دقيقتين على ماكينة الاهتزاز القياسية .
- ٧ - يرفع القالب من ماكينة الاهتزاز ويوضع فى غرفة المعالجة فى جو رطوبته النسبية ٩٠% على الأقل ودرجة حرارته 20 ± 2 درجة مئوية لمدة 24 ± 0.5 ساعة ، ويراعى أثناء هذه المدة تغطية سطح القوالب بلوح معدنى مستو غير مسامى مثل الحديد أو المطاط لمنع تبخر الماء .
- ٨ - تفصل العينات من القوالب وتوضع فى حوض المعالجة الذى يحتوى على ماء الشرب النظيف لحين وقت اختبارها ، على أن يتم وضع علامة مميزة على كل مكعب لتمييزه عن الآخر .
- ملحوظة : العينات المطلوب اختبارها بعد ٢٤ ساعة تفصل من قوالبها قبل ١٥ إلى ٢٠ دقيقة من اختبارها وتغطى بقطعة قماش مبللة للحفاظ على رطوبتها ، وإذا كانت درجة تماسك المونة بعد ٢٤ ساعة تؤدي إلى انهيار المكعب ، تؤجل عملية فصل المكعبات من القوالب لمدة ٢٤ ساعة أخرى ، ويسجل ذلك فى تقرير الاختبار .
- ٩ - يحسب عمر اختبار العينات من وقت إضافة الماء للمواد وعادة ما تختبر بعد الأعمار التالية : -
 - يوم واحد (24 ± 0.5) ساعة ، ثلاثة أيام (72 ± 1) ساعة ، سبعة أيام (168 ± 1) ساعة ، ٢٨ يوما (672 ± 1) ساعة .
- ١٠ - ترفع المكعبات من الماء عند حلول موعد اختبارها ويمسح الماء الزائد من أسطحها بواسطة قطعة قماش رطبة وتزال أى نتوءات سطحية بسيطة .
- ١١ - توضع المكعبات على أحد جوانبها وهى لا تزال مشبعة بالماء على لوح جهاز قياس مقاومة الضغط ويراعى ألا يستخدم حشو بين المكعب واللوح ، ثم يطبق الحمل ويزاد تدريجيا وبانتظام بمعدل قدره ٣٥ نيوتن / مم^٢ فى الدقيقة، على أن يكون محورا العينة والحمل متطابقين تماما .
- ١٢ - تسجل قيمة الحمل الذى يحدث عنده الكسر كما تسجل حالات الكسر غير العادى .

١-١٥-٦ النتائج

- تحسب مقاومة الأسمنت للضغط من متوسط مقاومة الضغط لثلاث عينات مختبرة عند نفس العمر مع تقريب النتائج لأقرب ٠,٥ نيوتن / مم^٢ كما يلى :

متوسط حمل التهشيم لثلاثة مكعبات

مقاومة الضغط =

المساحة المعرضة للحمل

- إذا انحرفت نتيجة مقاومة ضغط أحد المكعبات الثلاثة عن المتوسط بمقدار $\pm ٥,٠\%$ تحذف هذه القيمة ويعاد حساب متوسط النتائج الباقية .
- إذا زاد عدد المكعبات التى انحرفت نتائجها عن المتوسط بمقدار $\pm ٥,٠\%$ عن مكعب واحد تحذف نتائج المجموعة كلها .

١-١٥-٧ حدود القبول أو الرفض

تكون حدود القبول أو الرفض لمقاومة الضغط كما هو موضح بالجدول رقم (١-١٥-٣)

التالى:

١-١٥-٨ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار .
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- حدود القبول والرفض .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار .

١-١٥-٩ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ٢٤٢١ - ١٩٩٣ : اختبار الخواص الطبيعية والميكانيكية للأسمنت .

جدول رقم (١-١٥-٣) حدود المواصفات لمقاومة الضغط لمكعبات المونة الأسمنتية (نيوتن/مم^٢)

نوع الأسمنت	بعد ٢٤ ساعة لا تقل عن	بعد ٣ أيام لا تقل عن	بعد ٧ أيام لا تقل عن	بعد ٢٨ يوماً* لا تقل عن
أسمنت بورتلاندى عادى	-	١٨	٢٧	٣٦
أسمنت بورتلاندى سريع التصلد	-	٢٤	٣١	٤٠
أسمنت بورتلاندى مقاوم للكبريتات	-	١٨	٢٧	٣٦
أسمنت بورتلاندى منخفض الحرارة	-	٧	١٣	٢٧
الأسمنت البورتلاندى الأبيض	-	١٨	٢٧	٣٦
الأسمنت البورتلاندى المخلوط بالرمل	-	١٢	٢٠	٢٧
أسمنت بورتلاندى ذو النعومة ٤١٠٠	١٠	٢٥	٣٢,٥	٤٠
أسمنت حديدى	-	١٣	٢١	٣٤
أسمنت عالى الألومينا**	٢٥ ٨٠ ٣٠ ٥٠ ٥٠	-	-	-

- * تعيين مقاومة الضغط عند ٢٨ يوماً لا تعتبر مقياساً لرفض أو قبول الأسمنت ويتم الرجوع إليها فى حالة الاتفاق مع المنتج على ذلك .
- ** يقسم الأسمنت عالى الألومينا للحراريات إلى أصناف حسب النسبة المئوية لأكسيد الألومنيوم.

١٦-١ اختبار تحديد مقاومة الضغط للمونة الأسمنتية

باستخدام جزء من منشور تم اختباره انحنائيا

COMPRESSIVE STRENGTH OF CEMENT MORTARS USING PORTIONS OF PRISMS TESTED IN FLEXURE

١-١٦-١ عام

يغطى هذا الاختبار تحديد مقاومة الضغط لمونة الأسمنت باستخدام أجزاء من منشور تم اختباره تحت تأثير الانحناء ، ويعتبر تعيين مقاومة الضغط باستخدام جزء من منشور لأغراض مرجعية وليست بديله للمكعبات .

٢-١٦-١ الهدف

يهدف الاختبار لتحديد مدى مقاومة المونة للضغط من خلال استخدام أجزاء من منشور تم اختباره تحت تأثير الانحناء ، ولا يستخدم هذا الاختبار للحكم على صلاحية الأسمنت .

٣-١٦-١ الأجهزة

- ١ - ألواح تحميل لا يقل سمكها عن ٢٥ ملليمتر مصنوعة من حديد صلب بأبعاد (٤٠,٣٢ × ٥٠,٨ ملليمتر) ولها صلادة لا تقل عن ٦٠ بمقياس روكويل .
- ٢ - ماكينة اختبار الضغط : تكون مناسبة للاختبار بحيث يقع أقصى حمل متوقع للعينة بين ٢٠ - ٨٠ % من تدرج القياس بالماكينة ويراعى التحميل من الصفر ويزداد تدريجيا وبانتظام بمعدل قدرة ٣٥ نيوتن/مم^٢ فى الدقيقة .

٤-١٦-١ العينات

لا بد أن تكون أجزاء العينات المختارة خالية وبعبدة عن الشروخ أو أى عيوب ظاهرة أخرى ، و لا يقل طول العينات عن ٦٤ ملليمتر .

١٦-٥ خطوات الاختبار

- ١ - فى الفترة بين اختبار الانحناء و اختبار الضغط على المكعبات يتم تغطية العينات لمدة ٢٤ ساعة بغطاء بلاستيك وغمرها كلياً فى ماء درجة حرارته (٢٣ + ٢ درجة مئوية) حتى وقت الاختبار .
- ٢ - تجفف العينات بقطعة قماش رطبة ثم تزال أى حبوب رمال من أسطح العينة .
- ٣ - يجب التأكد من استواء أسطح العينات .
- ٤ - توضع العينة فى ماكينة الاختبار كالاتى :
 - يتم وضع الجزء السفلى من أداة ضبط ألواح التحميل بحيث يتطابق محور الأداة مع محور ماكينة الضغط .
 - توضع العينة على اللوح السفلى للتحميل بحيث يكون البعد ٥٠ ملليمتر لألواح التحميل متعامداً على المحور الطولى للمنشور ، وعلى ذلك تكون المساحة المعرضة للتحميل ٤٠ × ٤٠ ملليمتر ، ثم يتم وضع اللوح العلوى باستخدام أداة ضبط الألواح .
 - يتم التحميل بمعدل منتظم وتدرجياً كما هو موضح باختبار مقاومة الضغط للموتة الأسمنتية بهذا الكود .
- ٥ - يراعى ألا تزيد الفترة بين اختبار الانحناء و اختبار الضغط عما يلى :

عمر الإختبار	الفترة الزمنية المسموح بها
١ يوم	١٠ دقائق
أعمار أخرى	٣٠ دقيقة

١٦-٦ النتائج

يتم تسجيل أقصى حمل لكسر العينة ويتم حساب مقاومة الضغط للمكعب المكافئ كالاتى :

$$Sc = 0.062 P$$

حيث :

Sc : مقاومة الضغط بالكيلوباسكال .

P : حمل الكسر بالنيوتن .

- يتم حساب المقاومة لأقرب ٥٠ كيلوباسكال .

١٦-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالإختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الإختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الإختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معمليا .
- النتائج النهائية للإختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الإختبار

١٦-٨ الدقة والحيود

- لا يزيد اختلاف نتائج معملين لنفس الخلطة عن ١٧,٨ % من متوسط النتائج. لنفس المعمل لا يزيد الاختلاف عن ٩,٩ % .

١٠-١٦-١ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١٩٩٣/٢٤٢١ : اختبار الخواص الطبيعية والميكانيكية للأسمنت .
- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM Standards

- C 349-82 : Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using Portions of Prisms Broken in Flexure)
- C 348-86 : Flexural Strength of Hydraulic Cement Mortars

١٧-١ اختبار تحديد مقاومة الانحناء للمونة الأسمنتية

FLEXURAL STRENGTH OF CEMENT MORTAR

١-١٧-١ عام

تعتبر مقاومة الشد بالانحناء من الخواص الهامة للمونة الأسمنتية ، ويمكن تحديدها بهذا الاختبار .

١-١٧-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تحديد مقاومة الانحناء للمونة الأسمنتية. ويلاحظ أن أجزاء المنشورات التى يتم اختبارها فى الانحناء يمكن استخدامها فى تحديد مقاومة الضغط ، ولا يعتبر هذا الاختبار اختبار قبول أو رفض للأسمنت .

١-١٧-٣ الأجهزة

- الموازين و المناخل و المخابير المدرجة و الخلط الميكانيكى تكون حسب ما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١٤-١) ، (١٩-١) .
- منضدة الانسياب و قالب الانسياب تكون حسب ما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (٩-١) .

- قوالب العينات

- القوالب للعينات المنشورية ذات المقاس $40 \times 40 \times 160$ ملليمتر تكون مجهزة لإعداد ثلاث عينات و يتم صب العينات بحيث يكون محورها أفقياً . و يلزم أن تكون القوالب مصنوعة من معدن صلد لا يتأثر بمونة الأسمنت وله صلادة لا تقل عن ٥٥ بمقياس روكويل. يجب أن تكون أجزاء القالب مزودة بعلامات تبين الجوانب التى يتم تجميعها سوياً و عندما تكون مجمعة يجب أن تكون غير منفذة و متماسكة بشدة.
- يجب أن تكون جوانب القوالب ذات صلابة كافية لمنع تشكلها والتوائها وتكون الأسطح الداخلية للقوالب مستوية بسماحية 0.03 ملليمتر كل 50 ملليمتر للقوالب الجديدة و 0.05 ملليمتر كل 50 ملليمتر للقوالب المستخدمة . تكون المسافة بين الجوانب المتقابلة 40 ± 0.13 ملليمتر للقوالب الجديدة و 40 ± 0.25 ملليمتر للقوالب المستخدمة ، ويكون ارتفاع القوالب 40 ملليمتر بسماحية $(+0.25$ و -0.13 ملليمتر) للقوالب الجديدة و $(+0.25$ و -0.38 ملليمتر) للقوالب المستخدمة . يكون الطول الداخلى للقالب 160 ± 2.5 ملليمتر . يكون الزاوية بين الأسطح الداخلية المتقابلة و المستوى العلوى و السفلى للقالب 90 ± 0.5

درجة مقاسه عند نقطة تبعد قليلا عن تقاطع المستويين ، ويكون سمك اللوح السفلى حوالى ٩,٥ ملليمتر و له مساحة مستوية 203×178 ملليمتر مع سماحية للاستواء 0.025 ملليمتر كل 50 ملليمتر .

- أداة الدمك : تكون من مادة غير ماصة و لا تتآكل مثل المطاط أو خشب البلوط المعالج والذى تم غليه لمدة ١٥ دقيقة على الأقل عند درجة 200 درجة مئوية فى بارافين لجعله غير ماص . ويكون جه أداة الدمك 22×83 ملليمتر ، وكما هو موضح بشكل رقم (١-١٧-١).

- دليل الدمك : يصنع من معدن مثل النحاس ذى صلادة لا تقل عن 55 بمقياس روكويل ولا يتأثر بمونة الأسمنت و يوضع على قالب ، و لا يدخل فى أى سطح للقالب بما يزيد عن 0.38 ملليمتر ، ويكون ارتفاع الدليل 25 ملليمتر ، وكما هو موضح بشكل رقم (١-١٧-٢)

- المسطرين : يكون بسلاح صلب مقاسه 114×254 ملليمتر ذى حرف مستقيم.

- حوض المعالجة : يحتوى على ماء صالح للشرب ، ويغير هذا الماء كل سبعة أيام على الأكثر أو حين الحاجة لذلك ، وتكون درجة حرارة الماء به 20 ± 2 درجة مئوية .

- أداة اختبار الانحناء : تستخدم طريقة التحميل فى المنتصف لعمل اختبارات الانحناء على العينات المنشورية ، ويتم تصميم الجهاز المستخدم بحيث تكون القوى المؤثرة على العينة رأسية فقط و بدون أية لامركزية . كما يلزم أن تبقى المسافة بين المرتكزات و نقط التحميل ثابتة للجهاز .

- يتم التأثير بالحمل عموديا على العينة و بطريقة تمنع اللامركزية.

- يجب أن يكون اتجاه ردود الأفعال موازياً لاتجاه التحميل فى جميع الأوقات أثناء التحميل.

- يتم التأثير بالحمل بمعدل ثابت و بطريقة تمنع الصدم.

- ماكينة اختبار الضغط : تكون ماكينة الضغط المستخدمة من النوع الهيدروليكي وذات خلوص كافى بين سطحى تحميلها.

١٧-٤ العينات

يكون عدد العينات ثلاثة أو أكثر لكل عمر اختبار وتكون على شكل منشورات بأبعاد

$40 \times 40 \times 160$ ملليمتر .

١-١٧-٥ خطوات الاختبار

- تكون درجة الحرارة لغرفة الخلط أثناء خلط وصب العينات وكذلك الأسمنت والرمل والقوالب 23 ± 2 درجة مئوية وألا تقل الرطوبة النسبية عن ٥٠ % ، على أن تكون درجة حرارة غرفة المعالجة 20 ± 2 درجة مئوية وألا تقل الرطوبة النسبية عن ٩٠ % .
- يستخدم رمل قياسي وكما هو موضح باختبار مقاومة الضغط للمونة الأسمنتية .
- ١ - تحضر الأوزان اللازمة (الرمل والأسمنت والماء) لكل منشور كما هو موضح بالجدول التالى رقم (١-١٧-١) :

جدول رقم (١-١٧-١) : نسب الخلط لكل منشور واحد

نوع الأسمنت	المواد	النسب بالوزن	الوزن (جرام)
كل أنواع الأسمنت ماعدا الأسمنت عالى الألومينا	أسمنت	١,٠	180 ± 1
	رمل	٣,٠	500 ± 1
	ماء	٠,٤	74 ± 1
الأسمنت عالى الألومينا	أسمنت	١,٠	190 ± 1
	رمل	٣,٠	570 ± 1
	ماء	٠,٤	76 ± 1

- يتم إعداد كميات تكفى لملاء قالب واحد (٣ عينات منشورية) .
- فى حالة استخدام كميات غير ما هو وارد بالجدول فيتم اختيار كمية المياه بحيث تحقق انسياباً قدره 110 ± 5 % مع ٢٥ طرقة لمنضدة الانسياب كما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٩) .
- ٢ - يتم إعداد قوالب العينات كما يلى :
- يتم تغطية أسطح تلامس أجزاء القوالب بطبقة رقيقة من زيت معدنى ثقيل أو شحم خفيف .
- يتم تغطية الأسطح الداخلية من القوالب بزيت معدنى .
- بعد تجميع القوالب يتم إزالة الزيت أو الشحم الزائد من الأسطح الداخلية لكل قالب .
- يتم وضع القوالب على لوح القاعدة المستوى بعد تغطيته بطبقة رقيقة من الزيت المعدنى .
- يتم وضع طبقة من الشمع على الحواف الخارجية للقوالب و لوح القاعدة بحيث تصبح منطقة النقاء لوح القاعدة والجوانب غير منفذة للماء .

٣ - يتم خلط مكونات المونة بالخلط الميكانيكى كما هو وارد بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١٤-١).

٤ - يتم فرد طبقة من المونة بسمك حوالى ٢٠ ملليمتر فى كل من القوالب الثلاثة فى وجود دليل الدمك ثم يتم دمك المونة فى كل قالب ١٢ ضربة فى ثلاث دورات بكل دورة أربع ضربات كما هو موضح فى شكل (١-١٧-٣) ويتم عمل الضربات فى حوالى ١٥ ثانية مع مراعاة أن يكون وجه أداة الدمك فى وضع أفقى أعلى المونة بحوالى ٢٥ ملليمتر وأن يتم الضغط إلى أسفل مباشرة بقوة كافية لخروج كمية صغيرة من المونة من تحت أداة الدمك ويتم ملء القوالب بالطبقة الثانية من المونة ويتم دمكها كما سبق . يزال دليل الدمك ويتم تسوية السطح بالمسطرين .

٥ - يتم حفظ عينات الاختبار بعد الصب مباشرة داخل القوالب فى حجرة المعالجة الرطبة لمدة 24 ± 0.5 ساعة محسوبة من نهاية الخلط مع حماية سطحها من الماء المتساقط ثم يتم إخراج العينات من القوالب وتغمر فى الماء فى حوض المعالجة و يتم الحفاظ على نظافة ماء الحفظ بتغييره كلما لزم الأمر .

٦ - يتم اختبار العينات مباشرة بعد إزالتها من غرفة الرطوبة للعينات المختبرة عند عمر ٢٤ ساعة ومن حوض الماء للعينات الأخرى . و يتم كسر جميع العينات فى عمر محدد له سماحية كما هو مبين فى الجدول التالى رقم (١-١٧-٢) .

جدول رقم (١-١٧-٢) : التفاوتات فى عمر العينات عند الإختبار

عمر الاختبار	السماحية (\pm)
٢٤ ساعة	نصف ساعة
ثلاثة أيام	ساعة
سبعة أيام	ثلاث ساعات
ثمانية وعشرون يوما	اثنتا عشرة ساعة

- عندما يكون من المخطط اختبار أجزاء من المنشورات لتحديد مقاومة الضغط يتم اختبار العينات مبكرا بحيث يمكن إجراء اختبار الضغط فى نفس حدود السماحية السابقة.

٧ - يتم تجفيف كل منشور باستخدام قطعة من القماش الرطب ليصبح سطحه جافاً ويتم إزالة أى حبيبات رمل مفككة و أى زيادات من السطح الذى سيستخدم للتحميل و الارتكاز . و يتم الكشف على هذه الأسطح باستخدام حافة مستوية .

٨ - يتم مركبة قاعدة جهاز الاختبار قرب منتصف المرتكز الكروى العلوى مع مراعاة أن يكون بحر العينة ١٢٠ مم كما هو موضح بالشكل (١-١٧-٤) ويتم وضع العينة بحيث ترتكز على أحد جانبيها و بحيث يكون محورها فى منتصف المرتكزات ويتم التأكد من أن حافة التحميل تمس العينة بانتظام عند بداية التحميل على أن يتم التحميل بمعدل ± 2640 نيوتن فى الدقيقة و يتم بيان ذلك بدقة فى حدود $\pm 1\%$ على مؤشر مقسم الى درجات لا تزيد عن ٥٠ نيوتن ويتم تحديد الحمل الأقصى لأقرب ٢٠ نيوتن .

١-١٧-٦ النتائج

يتم تدوين الحمل الكلى المبين بماكينة التحميل و يتم حساب مقاومة الانحناء للعينات و الظروف المبينة فى هذا البند من المعادلة التالية :

$$S_f = 2.8 P$$

حيث :

S_f : مقاومة الانحناء بالكيلوباسكال .

P : الحمل الكلى الأقصى بالنيوتن .

- يلاحظ عند حساب المتوسط المستخدم فى حساب المقاومة أن تستبعد القيم التى تعطى مقاومة تختلف بمقدار يزيد عن ١٥ % من متوسط قيمة نتائج كل عينات الاختبار والمصنعة من نفس المونة .

- يتم إعادة الاختبار إذا تبقى أقل من قسيتين من المقاومة لتحديد مقاومة الانحناء .

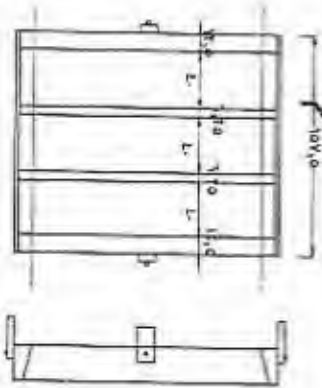
١-١٧-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

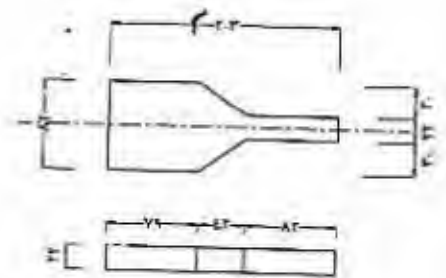
- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار
- المعلومات الخاصة بالعينات (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- أى ملاحظات غير معتادة تخص العينات أو ظروف الاختبار

٨-١٧-١ المراجع

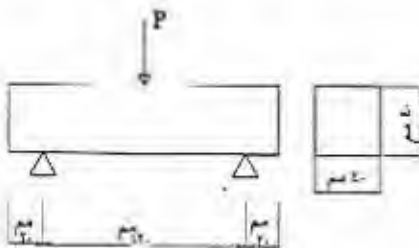
- مواصفات الهيئة الدولية للتوحيد القياسي
- ISO 679 - 1989 : Method of Testing Cement.
- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
- ASTM C 348-86 : Flexural Strength of Hydraulic Cement Mortars.



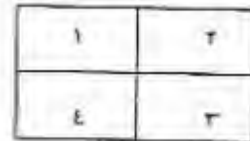
شكل رقم (١-١٧-٢) دليل الدمك



شكل رقم (١-١٧-١) أداة الدمك



شكل رقم (١-١٧-٤) طريقة تحميل العينة



شكل رقم (١-١٧-٣) ترتيب اتجاه الدمك

١٨-١ اختبار مقاومة الشد للمونة الأسمنتية

TENSILE STRENGTH OF CEMENT MORTARS

١-١٨-١ عام

تعتبر مقاومة الشد من الخواص الهامة للمونة الأسمنتية ويمكن تحديدها بهذا الاختبار .

٢-١٨-١ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تعيين مقاومة الشد المباشر لمونة أسمنتية فى شكل طويبة. ويستخدم بصفة عامة فى الأبحاث لتحديد مقاومة الشد المباشر للأسمنت. هذا الاختبار اختياري نظرا لأن مقاومة الشد للأسمنت حوالى (١٠/١ - ١٥/١) من مقاومة الضغط و ما يصاحب هذه الخاصية من تشتت كبير فى النتائج. ولا يعتبر هذا الاختبار اختبار قبول أو رفض للأسمنت.

٣-١٨-١ الأجهزة

- أجهزة الوزن و الأتقال : أجهزة الوزن المستخدمة فى تحديد وزن المواد لخلطات المونة يجب أن توفى متطلبات هذا الدليل (اختبار رقم ١٩-١) .
- المخابير المدرجة : المخابير المدرجة بسعة ملائمة وكما هو موضح فى اشتراطات أجهزة قياس التغير فى طول المونة بهذا الدليل فى الاختبار رقم (٢٠-١) .
- ٣ - المناخل : مناخل قياسية ذات فتحات مربعة من نسيج أسلاك فتحها ٨٥٠ ميكرون ، ٦٥٠ ميكرون .
- مسطرين الخلط : يكون مصنوعاً من الصلب الذى لا يصدأ ولا يتفاعل مع الأسمنت ويزن (٢١٠ جرام) وكما هو موضح باختبار تحديد زمنى الشك الابتدائى والنهائى بهذا الدليل فى الاختبار رقم (٦-١) .
- القالب : يصنع القالب المستخدم فى إعداد عينة الاختبار من معدن لا يتأثر بمونة الأسمنت و يكون ذا سمك كاف يمنع تشككه أثناء الصب . عند استخدام قالب واحد لعمل أكثر من عينة يكون شكل القالب كما هو مبين فى شكل (١-١٨-١) على أن تحقق مقاسات القالب ما يلى:
- عرض القالب بين السطحين عند أصغر قطاع للعينة ٢٥ ملليمتر و تفاوت مسموح به ٠,٢٥ ملليمتر للقوالب التى سبق استخدامها و ٠,١٣ ملليمتر للقوالب الجديدة.

- سمك قالب مقاساً عند أصغر مقطع للعينة ٢٥ ملليمتر بتفاوت مسموح به مقداره ٠,١ ملليمتر .
- يزود قالب الاختبار بقاعدة من لوح معدنى مستوى السطح ومصقول تماماً مع مراعاة أن تكون أبعادها بحيث تسمح بارتكاز قالب الاختبار عليه دون حدوث أى تسرب أثناء عملية ملء القالب .
- أداة دمك : عبارة عن أداة دمك قياسية من الصلب لها يد خشبية كالموضحة بشكل رقم (١-١٧) وبحيث لا يزيد وزنها الكلى على ٢٤٠ جرام ويقع مركز ثقلها على بعد ٦,٣٥ ملليمتر من منتصف محورها الطولى .
- ماكينة اختبار : تكون ماكينة الاختبار قادرة على التحميل بمعدل منتظم 2.67 ± 0.11 كيلونيوتن لكل دقيقة مع إمكانية تعديل معدل التحميل. وتحدد متطلبات الدقة لماكينة الاختبار بحيث لا يزيد الخطأ للحمل الذى لا يقل عن ٤٤٥ نيوتن على $1.0 \pm \%$ للماكينات الجديدة أو $1.5 \pm \%$ للماكينات المستعملة. ويجب أن تتم معايرة ماكينة التحميل بانتظام لتحديد دقتها.
- كلابات : الكلابات المستخدمة لإمساك عينة اختبار الشد تكون حسب ما هو موضح بالشكل رقم (١-١٨-٢) .
- ١-١٨-٤ العينات
- يكون عدد العينات ست عينات لكل اختبار .
- ١-١٨-٥ خطوات الاختبار
- تكون درجة الحرارة أثناء خلط وصب العينات وكذلك المواد الجافة والقوالب فى حدود ٢٠ إلى ٢٧,٥ درجة مئوية وألا تقل الرطوبة النسبية عن ٥٠ % ، وتكون درجة حرارة ماء الخلط وغرفة المعالجة 20 ± 1 درجة مئوية وألا تقل الرطوبة النسبية عن ٩٠ % .
- يستخدم رمل قياسي وكما هو موضح باختبار مقاومة الضغط للمونة الأسمنتية بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-١٥) .
- ١ - يتم تحديد نسبة الماء اللازمة لعجينة الأسمنت ذات القوام القياسى كما هو موضح بهذا الدليل فى الاختبار رقم (١-٥) .
- ٢ - يتم تحديد نسبة الماء اللازمة لإعداد عينة المونة القياسية لهذا الاختبار منسوبة إلى مجموع وزنى الأسمنت والرمل القياسى من الجدول رقم (١-١٨-١) .

جدول (١-١٨-١) نسبة الماء للعيننة القياسية

نسبة الماء المطلوب لعمل العجينة ذات القوام القياسى (%)	الماء المطلوب لعمل مونة مكونة من جزء من الأسمنت و ثلاثة أجزاء من الرمل القياسى (%)
١٥	٩,٠
١٦	٩,٢
١٧	٩,٣
١٨	٩,٥
١٩	٩,٧
٢٠	٩,٨
٢١	١٠,٠
٢٢	١٠,٢
٢٣	١٠,٣
٢٤	١٠,٥
٢٥	١٠,٧
٢٦	١٠,٨
٢٧	١١,٠
٢٨	١١,٢
٢٩	١١,٣
٣٠	١١,٥

•• فى حالة الأسمنت البورتلاندى ذى النعومة ٤١٠٠ تكون نسبة الماء المضافة هى ٨ % من مجموع وزنى الأسمنت والرمل .

٣ - تحضر الكميات اللازمة لعمل عدد ست طويبات من مونة الأسمنت بنسبة جزء واحد بالوزن من الأسمنت إلى ثلاثة أجزاء بالوزن من الرمل القياسى .

٤ - يعد قالب الاختبار وذلك بربط جزأيه ووضع مركزا على القاعدة وتغطية أوجهه الداخلية والقاعدة بطبقة رقيقة من الزيت الخفيف .

٥ - يخلط الأسمنت مع الرمل الجاف بالمسطرين على سطح مستو غير مسامى لمدة دقيقة ثم يضاف الماء وتخلط المونة خلطا جيدا لمدة أربع دقائق ويراعى أن تكون أجهزة الخلط نظيفة .

٦ - يتم ضغط المونة داخل قالب باستخدام إصبع الإبهام اثنتى عشرة مرة على كامل سطح العينة الواحدة ، بعد ملء القالب توضع كومة صغيرة عليه من نفس المونة وتضرب بالمضرب إلى أن يتساوى سطح المونة مع حافة القالب ثم يغطى وجه القالب بلوح زجاجى

أو معدنى مغطى بطبقة رقيقة من الزيت ويتم قلب القالب والأواح وهى ممسوكة باليد حول محور العينة الطولى ، ثم يتم بعد ذلك إزالة اللوح العلوى وتوضع كومة صغيرة من المونة على القالب وتضرب بالمضرب حتى يظهر الماء على السطح وبعد ذلك تسوى أسطح القوالب بسلاح المسطرين ، ويراعى ألا يستعمل فى الضرب سوى السطح المسطح من المضارب .

٧ - يتم حفظ عينات الاختبار بعد الصب مباشرة داخل القوالب وعلى اللوح السفلى فى حجرة المعالجة الرطبة لمدة 24 ± 0.5 ساعة محسوبة من نهاية الخلط مع حماية سطحها من الماء المتساقط ، ثم يتم إخراج العينات من القوالب وتغمر فى ماء مشبع بالجير فى أحواض مصنعة من مادة غير قابلة للتآكل و يتم الحفاظ على نظافة ماء الحفظ بتغييره كلما لزم الأمر .

٨ - يتم اختبار الطوية مباشرة بعد رفعها من غرفة الرطوبة للعينات المختبرة عند عمر ٢٤ ساعة ومن حوض الماء للعينات الأخرى . ويتم كسر جميع العينات فى عمر محدد له سماحية كما هو مبين فى الجدول التالى رقم (٢-١٨-١) :

جدول رقم (٢-١٨-١) : التفاوتات فى عمر العينات عند الاختبار

عمر الاختبار	السماحية (\pm)
٢٤ ساعة	نصف ساعة
ثلاثة أيام	ساعة
سبعة أيام	ثلاث ساعات
ثمانية وعشرون يوما	اثنتا عشرة ساعة

- عندما يتم إخراج أكثر من عينة من الحجرة الرطبة فى وقت واحد و ذلك لعمل اختبار عند عمر ٢٤ ساعة يتم تغطية العينات بقماش رطب حتى زمن الاختبار . و عندما يتم إخراج أكثر من عينة من حوض الحفظ لاختبارها يتم وضع هذه العينات فى صينية بها ماء درجة حرارته 20 ± 1 درجة مئوية ولها عمق مناسب لتغطية كل الطويات حتى لحظة الاختبار .

٩ - يتم تجفيف أسطح جميع العينات بحيث يصبح سطحها جافاً ويتم إزالة أى حبيبات رمل مفككة أو زيادات على السطح الذى سيتلامس مع الكلابات فى ماكينة الاختبار . يراعى أن تكون أسطح الارتكاز فى الكلابات نظيفة و خالية من الرمال وأن يتم تزييت المراكز المحورية جيداً والحفاظ عليها فى هذه الصورة بحيث تضمن حرية الدوران . كما يجب أن

يتم التأكد من إمكانية الحركة الحرة للكلايات قبل وضع العينة فيها ثم يتم وضع العينات بحرص فى الكلايات ويحمل بحمل يبدأ من الصفر ويزداد تدريجيا بمعدل منتظم مقداره ٤٠٠ نيوتن/١٠ ثوان وذلك حتى الكسر . يتم تدوين الحمل الأقصى الكلى المبين فى ماكينة الاختبار .

١-١٨-٦ النتائج

يتم حساب مقاومة شد مونة الأسمنت والمعبر عنها بإجهاد الشد كما يلى :

$$\text{إجهاد الشد} = \frac{\text{حمل الشد (متوسط ست عينات)}}{\text{المساحة المعرضة للحمل}} \quad (\text{نيوتن / مم}^2)$$

- يلاحظ أنه إذا اختلفت مساحة مقطع العينة بمقدار يزيد عن ٢% عن القيمة الإسمية يتم استخدام القطاع الفعلى فى حساب المقاومة .
- يتم تقريب قيمة المقاومة إلى أقرب ٠,٠١ نيوتن / مم^٢ .
- يلاحظ عند حساب المتوسط المستخدم فى حساب المقاومة أن تستبعد القيم التى تعطى مقاومة تختلف بمقدار يزيد عن ١٥% من متوسط قيمة نتائج كل عينات الاختبار والمصنعة من نفس المونة .

١-١٨-٧ حدود القبول و الرفض

- بالنسبة للأسمنت البورتلاندى ذى النعومة ٤١٠٠ لا يقل متوسط مقاومة الشد لست عينات عما هو مبين بالجدول التالى رقم (١-١٨-٣) :

جدول رقم (١-١٨-٣) : القيم الدنيا لمقاومة الشد للأسمنت البورتلاندى ذى النعومة ٤١٠٠

العمر (يوم)	مقاومة الشد (نيوتن / مم ^٢)
يوم واحد	٢,٥
ثلاثة أيام	٣,٠
سبعة أيام	٣,٥
ثمانية وعشرون يوما	٤,٠

١-١٨-٨ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- المعلومات الخاصة بالمعمل والقائمين بالاختبار .
- المعلومات الخاصة بطالب الاختبار

- المعلومات الخاصة بالاختبار (المشروع - توصيف العينات - طريقة وتاريخ تحضير العينات - ظروف حفظ العينات - تاريخ إجراء الاختبار) .
- المواصفات المتبعة .
- النتائج المقاسة معمليا .
- النتائج النهائية للاختبار .
- حدود القبول والرفض .
- أى ملاحظات غير معتاد تخص العينات أو ظروف الاختبار .

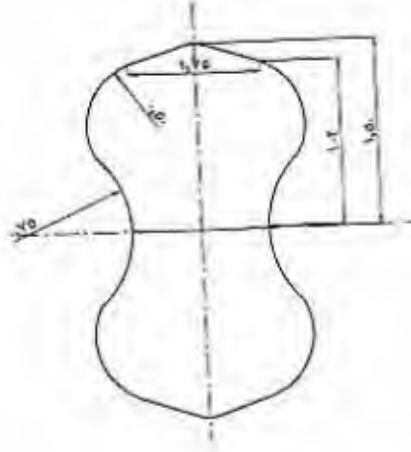
١-١٨-٩ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١٤٥٠ - ١٩٧٩ : الأسمنت البورتلاندى ذو النعومة ٤١٠٠

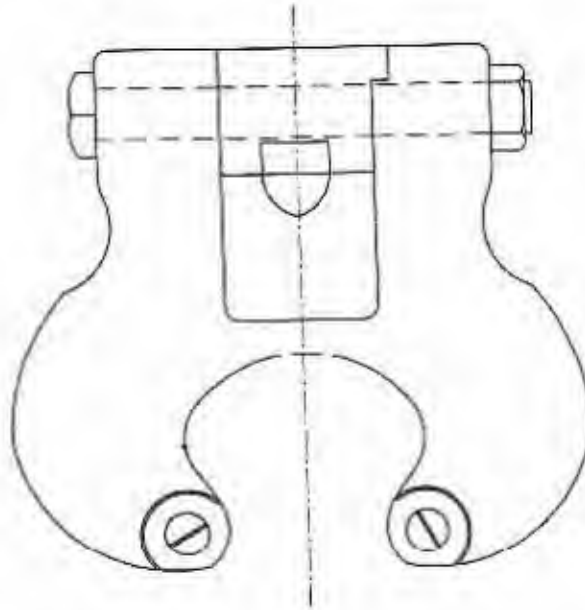
- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد.

ASTM Standards

- C 1005-86 : Weights and Weighing Devices for Use in the Physical Testing of Hydraulic Cements.
- C 190-85 : Tensile Strength of Hydraulic Cement Mortars.
- C 150-89 : Specification for Portland Cement .



شكل رقم (١-١٨-١) قالب عينة اختبار مقاومة الشد للمونة الأسمنتية



شكل رقم (٢-١٨-١) كلابة ماكينة اختبار مقاومة الشد

١-١٩ مواصفات الأوزان و أجهزة قياس الوزن المستخدمة

فى الاختبارات الطبيعية للأسمنت

WEIGHTS AND WEIGHING DEVICES FOR USE IN THE
PHYSICAL TESTING OF CEMENTS

١-١٩-١ عام

تحتاج الأتقال وأجهزة قياس الوزن المستخدمة فى الاختبارات الطبيعية للأسمنت الهيدروليكي دقة عالية مما يوجب تحديد مواصفات تحدد مناسبة هذه الأجهزة للاستخدام.

١-١٩-٢ الهدف

الغرض هو تحديد المتطلبات الدنيا للموازين و الأوزان المستخدمة فى الاختبارات الطبيعية للأسمنت، و لكنها ليست كافية لوصف هذه الأجهزة بغرض الشراء.

١-١٩-٣ تعريفات

- دقة القراءات

هى درجة قرب قراءات جهاز تحديد الوزن من الوزن الحقيقى للكتلة المستخدمة.

- الميزان ذو الأتقال

جهاز لتحديد الوزن يقارن كتلة بكتلة قياسية.

- دقة الجهاز

هى درجة صحة قراءة جهاز الوزن عند التأثير بوزن الكتلة المقاسة.

- مدى الوزن

مدى قراءات جهاز تحديد الوزن من أدنى حمل اختبار زائد أى أدوات مساعدة على العناصر المتكيفة للحمل حتى أقصى حمل اختبار بنفس العناصر المساعدة أو الأوعية حسب ما هو موصف لطريقة كل اختبار.

- قابلية القراءة

هى أصغر جزء من تقسيم القراءة التى يمكن بها قراءة تدرج جهاز الوزن بسهولة إما بالتقدير أو بورنية.

- الميزان ذو المقياس

جهاز وزن له عناصر استقبال وزن و مقياس (قد يكون مرتبطاً باستخدام كتل داخلية أو نسبية) و عادة تكون معايرة لتشير إلى الكتلة و عادة تكون ذات دقة أقل من الميزان ذو الأتقال.

- الحساسية

هى أقل تغيير مطلوب فى الكتلة المقاسة يقوم بتحريك عنصر الإشارة فى جهاز الوزن.

- متطلبات الحساسية

أقل تغيير فى مكان الراحة (الصفر) لعنصر الإشارة نتيجة تغير محدد فى كتلة الحمل فى عنصر تلقى الحمل.

- حمل اختبار

الكتلة التى توزن فى وزنة واحدة بدون مساعدات الوزن أو الأوعية كما هو موصف فى طريقة الاختبار المتبعة.

- التفاوت

متطلبات صحة ودقة للأنتقال و أجهزة الوزن.

- التفاوتات المسموح بها

أقصى اختلافات مسموح بها من الإشارة الصحيحة لأوزان أو أجهزة وزن جديدة أو مجددة أو مصححة وهى تساوى نصف التفاوت المسموح به فى الصيانة.

- تفاوت التصحيح

التفاوت المسموح به.

- التفاوت المسموح به فى الصيانة

أقصى اختلاف مسموح به عن الإشارات الصحيحة للأنتقال وأجهزة الوزن أثناء الاستخدام.

- الحمل الكلى

مجموع كتل المواد ومساعدات الوزن أو الأوعية المؤثرة على عنصر استقبال الحمل عند أى لحظة.

- الثقل

جزء من مادة ذات كتلة معروفة تستخدم لمقارنة أو قياس كتلة كتل أخرى.

١-١٩-٤ المساعدات الإيضاحية

يرجع للجدول رقم (١-١٩-١) لتحديد التفاوتات المسموح بها للأنتقال .

١-١٩-٥ حدود القبول و الرفض

١ - الأثقال

التفاوتات المسموح بها للأثقال المستخدمة فى طرق الاختبارات الطبيعية للأسمنت الهيدرولىكى و المواد المثيلة يلزم أن تحقق متطلبات المواصفة ASTM : E 617 الموصحة فى الجدول رقم (١-١٩-١) .

- بالنسبة للأثقال غير المعرفة فى الجدول يتم استخدام التفاوت الخاص بأقرب ثقل أقل منها موجود بالجدول .

- الكتل المستخدمة ككتل و غير مطلوب معرفة قيمتها ليس مطلوباً أن تحقق المتطلبات السابقة.

٢ - الموازين :

- السعة :

يلزم أن تكون سعة جهاز الوزن مساوية للحمل الكلى الأقصى الذى سيتم تحميله على عنصر استقبال الحمل فى أى لحظة.

ملحوظة : عادة لا يجوز أن تتعدى سعة جهاز الوزن مرتين الحمل الأقصى المطلوب لاختبار معين بسبب انخفاض الدقة و القابلية للقراءة و الحساسية فى الأجهزة ذات السعات الكبيرة .

٣ - الدقة والصحة

لا يجوز أن يتعدى التفاوت المسموح به لأجهزة الوزن فى الصيانة ٠,٠٥ % من حمل الاختبار فى مدى الوزن و يلزم أن يكون جهاز الوزن قادر على إعطاء قراءات لنفس كتلة الاختبار فى حدود التفاوتات المسموحة.

٤ - القابلية للقراءة

يلزم أن يكون تدريج جهاز الوزن سهل القراءة حتى نصف التفاوت المسموح به فى حدود مدى الوزن ، أى أنه يكون من الممكن قراءة ٠,٠١٢٥ % من حمل الاختبار .

٥ - الحساسية

يلزم أن يبين مابين القراءات لجهاز الوزن تغيراً مقداره وحدة على التدرج مقابل ٠,١ % من حمل الاختبار فى حدود مدى الوزن . يلزم أن يبين جهاز الوزن حركة ملحوظة لمابين القراءات مع تغير فى حمل الاختبار لا يزيد عن ربع هذه القيمة.

٦ - الرفض

غير مسموح باستخدام أقال أو أجهزة وزن جديدة أو مجددة أو مصححة إذا ما لم تحقق حدود التفاوتات المسموحة السابق الإشارة لها.

- يمنع استخدام الأقال أو الموازين إذا ما تعدت تفاوتات الصيانة السابق الإشارة لها.

١-١٩-٦ المراجع

- المواصفات الأمريكية لإختبار المواد

ASTM Standards

C 1005-86 : Weights and Weighing Devices for Use in the Physical Testing of Hydraulic Cements.

E 617-86 : Laboratory Weights and Precision Mass Standards

جدول رقم (١-١٩-١) : التفاوتات المسموح بها للأقال والصيانة

التفاوت المسموح به (± ملليجرام)	التفاوت المسموح به (± ملليجرام)	النتقل (جرام)
٢٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠٠
١٠٠٠	٥٠٠	٥٠٠٠
٦٠٠	٣٠٠	٣٠٠٠
٤٠٠	٢٠٠	٢٠٠٠
٢٠٠	١٠٠	١٠٠٠
١٠٠	٥٠	٥٠٠
٦٠	٣٠	٣٠٠
٤٠	٢٠	٢٠٠
٢٠	١٠	١٠٠
١٤	٧	٥٠
١٠	٥	٣٠
٦	٣	٢٠
٤	٢	١٠
٤	٢	٥
٤	٢	٣
٤	٢	٢
٤	٢	١

٢٠-١ الاشتراطات القياسية للجهاز المستخدم فى قياس التغير

فى طول المونة و عجينة الأسمنت المتصلدة

APPARATUS FOR USE IN MEASUREMENT OF LENGTH
CHANGE OF HARDENED CEMENT PASTE AND
MORTAR

٢٠-١-١ عام

تعتبر اختبارات تعيين التغير فى طول عينات المونة والخرسانة وعجينة الأسمنت المتصلدة من الاختبارات التى تحتاج دقة عالية عند إجرائها، لذلك يجب أن تتوفر اشتراطات معينة فى الأجهزة المستخدمة فى إجراء هذه الاختبارات وخاصة أجهزة القياس مما يساعد على الحصول على نتائج ذات دقة عالية .

٢٠-١-٢ الهدف

تهدف هذه المواصفة إلى تحديد المواصفات والاشتراطات التى يجب توافرها فى الأجهزة المستخدمة فى إجراء اختبارات تعيين التغير فى طول عينات عجينة الأسمنت المتصلدة والمونة والخرسانة وخاصة مواصفات واشتراطات أجهزة القياس .

٢٠-١-٣ تعريفات

- التغير فى الطول

هو الزيادة أو النقص فى البعد الطولى لعينات الاختبار مقاسة فى اتجاه المحور الطولى للعينة والناجمة عن أسباب غير مرتبطة بالأحمال .

٢٠-١-٤ الأجهزة

١ المخابير الزجاجية :

أ - يجب أن تكون المخابير الزجاجية ذات سعات مناسبة (كبيرة بحيث تكفى لقياس كمية ماء الخلط اللازمة للمونة أو عجينة الأسمنت فى الخلطة الواحدة) لتحضير الكميات اللازمة للخلط عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية .

ب - يجب ألا تتعدى دقة التدرج للمخابير ذات السعة ١٠٠ إلى ١٥٠ مليلتر ± 1 ملليمتر وبالنسبة للمخابير سعة ٢٠٠ إلى ٣٠٠ ملليمتر ± 2 مليلتر وألا تتعدى $\pm 0.5\%$ بالنسبة للمخابير ذات السعة أكبر من ٣٠٠ مليلتر .

ج - يجب أن تكون هذه المخابير مدرجة على الأقل إلى ٥ مليلتر ويجوز أن تقل التفاوتات الآتية :

- يمكن عدم توضيح العلامات الخاصة بالتدرج للـ ١٥ مليلتر السفلى فى المخابير سعة ١٥٠ مليلتر .

- يمكن عدم توضيح العلامات الخاصة بالتدرج للـ ٢٥ مليلتر السفلى للمخابير سعة ٢٥٠ مليلتر .

- يمكن عدم توضيح العلامات الخاصة بالتدرج للـ ٥٠ مليلتر السفلى للمخابير سعة ٥٠٠ مليلتر .

- يجب أن تمتد خطوط (علامات) التدرج إلى ثلاثة أرباع محيط المخبار على الأقل ويجب أن تكون مرقمة .

٢ - القوالب :

- تكون أبعاد القوالب المستخدمة بحيث تعطى عينات منشورية أبعادها $285 \times 25 \times 25$ ملليمتر بطول قياس $250 \pm 2,5$ ملليمتر .

- يجب عند تجميع أجزاء القالب أن تكون مثبتة مع بعضها جيدا وأن تكون أسطحها ناعمة وأن تكون خالية من الحفر أو النقر أو أى عيوب تصنيع وأن تكون مصنوعة من الحديد الصلب أو أى مادة أخرى غير قابلة للصدأ أو التأثير بالأسمنت أو المونة وأن تكون جوانب القالب صلبة بدرجة كافية تمنع انحناءه عند ملئه بالعينات ، كما يجب ألا يتعدى التفاوت فى أبعاد العينات والنتاج من عيوب الصناعة $\pm 0,7$ ملليمتر ، على أن يكون فك وتجميع أجزاء القالب سهلا .

- تصنع الجوانب التى فى نهايتى القالب بحيث يمكن أن يثبت فى كل منها مسمار من مسامرى القياس أثناء زمن شك العينات .

- يجب أن تكون مسامير المقياس مصنوعة من الحديد الصلب الغير قابل للتآكل أو أى مادة مشابهة ، وفى حالة اختبار العينات عند درجات حرارة ذات تفاوت كبير يجب أن تستخدم قوالب ذات مسامير مصنوعة من سبيكة (Invar) أو مادة مشابهة لها .

- يجب أن تثبت مسامير القياس بحيث أن يتطابق محورها مع محور العينات الطولى (الرئيسى).

- يجب أن تمتد مسامير القياس إلى داخل العينة مسافة $17,5 \pm 0,5$ ملليمتر وأن تكون المسافة بين أطرافها الداخلية $250 \pm 2,5$ ملليمتر.
- يمكن دهان الوصلات الخارجية لجوانب القوالب بالشمع وتغطي الأسطح الداخلية للقالب بزيوت معدنى إذا استدعى الأمر لذلك ، بعد ذلك توضع مسامير القياس فى مكانها مع مراعاة حفظها بعيدا عن الزيت أو أى مواد غريبة .
- ٣ - جهاز مقارنة الطول

- يصمم جهاز مقارنة الطول المستخدم فى قياس التغير فى طول العينات بحيث يتناسب مع حجمها وأن يسمح بالتثبيت الجيد والسهل لها والتلامس الدقيق مع مسامير القياس المثبتة فى نهايتها لضمان القياس السليم للتغير فى طول العينة ، وأن يكون ذا دقة عالية ويمكن أخذ القراءات منه بسهولة .

- يجب أن يكون تدريج الميكرومتر الخاص بجهاز مقارنة الطول $0,001$ أو $0,002$ ملليمتر ممثلة فى المسافة بين تدريجين متتاليين عليه وأن تكون دقة القياس $0,002$ ملليمتر فى المدى حتى $0,02$ ملليمتر و $0,004$ ملليمتر فى المدى حتى $0,2$ ملليمتر وأن يكون مدى الميكرومتر 8 ملليمتر على الأقل بحيث يغطى التغير فى أطوال القياس للعينات المختلفة .

- يجب أن يكون الجهاز مصمماً بحيث يمكن معايرته بقضيب معايرة على أقسام منتظمة .

٤ - يكون طول قضيب المعايرة $300 \pm 1,5$ مم على أن يكون مصنوعاً من سبيكة صلب لها معامل تمدد حرارى لا يتعدى 2 فى المليون لكل درجة مئوية .

- يجب أن يتم تشكيل نهايتى القضيب بنفس شكل نهايتى التماس لمسامير القياس ويجب أن يكون القضيب معالجاً حرارياً و صلباً ثم يتم تلميعه ، يجب أن يغطى الـ 100 مم الوسطى لقضيب المعايرة بغلاف من المطاط ذى جدار سمكه 3 ملليمتر لتقليل تأثير التغير فى درجة الحرارة أثناء تناول القضيب باليد فى المعايرة .

- يجب أن توضع علامة عند أحد طرفى القضيب بحيث عند استخدامه يوضع الطرف الذى عنده العلامة عند نفس المكان فى الجهاز فى كل مرة يعاير فيها الجهاز . وتتم معايرة الجهاز بقضيب المعايرة على الأقل فى بداية و نهاية القراءات التى تم أخذها خلال نصف يوم وذلك فى حالة استخدام الجهاز فى خلال هذه الفترة عند درجة حرارة ثابتة ، أما فى حالة استخدام الجهاز عند درجات حرارة متفاوتة فيجب عمل المعايرة بعدد أكبر من المرات .

١-٢٠-٦ المراجع

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد

ASTM C 490 Specifications of apparatus for use in measurement of length change of hardened cement paste

٢١-١ اختبارات تعيين أكاسيد المركبات الرئيسية للأسمنت

DETERMINATION OF THE PRINCIPAL OXIDES OF
THE MAIN COMPONENTS FOR CEMENT

١-٢١-١ عام

تجرى الاختبارات الكيميائية للأسمنت البورتلاندى طبقاً للمواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٩٤/٤٧٤ وتختص هذه المواصفة بالطرق القياسية لتقدير ما يلى:

١- ثانى أكسيد السيليكون (SiO_2)

٢- المجموعة المترسبة بهيدروكسيد الأمونيوم (R_2O_3)

٣ - أكسيد الحديد (Fe_2O_3)

٤ - أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3)

٥- أكسيد الكالسيوم (CaO)

٦- أكسيد الماغنسيوم (MgO)

٢-٢١-١ الهدف

تحديد نسب الأكاسيد المكونة للمركبات الرئيسية للأسمنت وحساب المعاملات والمركبات الكيميائية المميزة لكل نوع من أنواع الأسمنت .

٣-٢١-١ تعريفات

يقصد بالتحليل الكيميائى لأنواع الأسمنت البورتلاندى تعيين الأكاسيد المكونة لمركباته

٤-٢١-١ الأجهزة

يجب أن يكون معمل إجراء الاختبارات الكيميائية مجهزاً بأساسيات معملية بالإضافة إلى احتياج كل اختبار لمستلزمات إجرائه من كيماويات وزجاجيات . والتجهيزات المعملية كالاتى :

- ميزان حساسية ٠,١ مجم .

- فرن احتراق يصل إلى ١٤٠٠°م .

- فرن تجفيف .

- لوح تسخين .

- جهاز تقطير ماء .

- جهاز قياس الأس الهيدروجينى .

- الزجاجيات المعملية بأنواعها .

- ورق ترشيح عديم الرماد بأنواعه .

- بواتق بلايتين .

١-٢١-٥ العينات

يجب مراعاة الشروط الآتية عند اختيار العينات للاختبار :

- تختار عينات الأسمنت من المصنع أو من مكان التوريد أو عند التسليم حسب الاتفاق بين البائع والمشتري (أو المكاول والمالك) وفي حضورهما أو حضور من ينوب عنهما وبحيث تكون العينات ممثلة لكل صنف على حدة من كل رسالة .

- فى حالة الأسمنت المعبأ فى عبوات

يسراعى ألا تمثل العينة أكثر من ١٠٠ طن من الرسالة الواحدة ذات الصنف الواحد والواردة من مصدر واحد وذلك ما لم يتفق على غير ذلك بين البائع والمشتري .
يختار - عشوائياً - عدد من العبوات يواقع الجذر التكعيبي على الأقل من العدد الكلى لعبوات الرسالة. تسحب كميات مناسبة من محتويات كل عبوة من العبوات المختارة بحيث لا يقل مجموع أوزان الكميات المسحوبة عن ٥ كجم ثم تخلط جيداً للحصول على عينة متجانسة تمثل الرسالة تمثيلاً صحيحاً . توضع العينة فى وعاء من مادة عازلة للرطوبة وغير منفذة للهواء ويغلق بإحكام.

- فى حالة الأسمنت السائب

تؤخذ كميات مناسبة من أماكن مختلفة وموزعة بطريقة جيدة وعلى أعماق مختلفة من الرسالة بحيث تكون الكميات المأخوذة ممثلة لها . ويتم أخذ هذه الكميات باستخدام أنابيب أخذ العينة أو أى طريقة مناسبة . تخلط الكميات المأخوذة ، ثم تقسم بطريقة التجزئ الربعى للحصول على عينة متجانسة تمثل الرسالة تمثيلاً صحيحاً و لا يقل وزنها عن ٥ كجم ، وتوضع فى وعاء من مادة عازلة للرطوبة وغير منفذة للهواء ، ويغلق بإحكام .

- تجهيز العينة للاختبار

تخلط العينة قبل الاختبار خلطاً جيداً ، ثم تتخذ خلال منخل قياسى مقاس فتحته ٠,٨٤ مم (منخل ٨٤٠ ميكرون) وذلك لتكسير أى كتل متجمدة قد تكون موجودة لإزالة المواد الغريبة . تجفف العينة المأخوذة للاختبار عند درجة حرارة من ١٠٥ إلى ١١٠ م° حتى يثبت الوزن -

١-٢١-٦ خطوات الاختبار

تجرى الاختبارات لتعيين نسب الأكاسيد المكونة للعينة المختبرة كالاتى :

Silicon dioxide (SiO_2)

١-٢-٢١-١ اختبار تعيين ثانى أكسيد السيليكون

١ - عام

تذاب عينة معلومة الوزن من الأسمنت فى حمض الهيدروكلوريك ثم ترشح السيليكا الناتجة وتحرق وتوزن ثم تعامل بـ حمض الهيدروكلوريك ويحرق المتبقى ويوزن - ويحسب الفرق بين الوزنتين .

٢ - خطوات الاختبار

- ١ - تذاب عينة معلومة الوزن من الأسمنت - ٠,٥ جم - فى جفنة بلاستيك ، ويضاف إليها ١٠ مل من الماء المقطر، ثم ٥ - ١٠ مل حمض الهيدروكلوريك المركز ، يسخن ويقلب ويبخر على حمام مائى حتى تجف العينة تماما ثم يضاف بعد ذلك ١٠ - ٢٠ مل من حمض الهيدروكلوريك ١:١ - تغطى الجفنة ثم تسخن بلطف لمدة ١٠ دقائق . يخفف المحلول بواسطة حجم مساو من الماء الساخن ويرشح على ورق ترشيح عديم الرماد واتمان رقم ٤١ مباشرة ويغسل ثانى أكسيد السيليكون المنفصل بعناية بالماء المقطر .
- ٢ - يعاد تبخير الرشيع مرة أخرى ثم يخفف ويرشح مرة أخرى على ورق عديم الرماد .
- ٣ - تحرق الورقتان معا فى بوتقة من البورسلين عند درجة حرارة ١١٠٠ م° حتى ثبات الوزن .
- ٤ - تنقى السيليكا الناتجة من الشوائب بذوبانها فى نقطتين من حمض الكبريتيك مع إضافة حوالى ١٠ مل من حمض الهيدروكلوريك ويبخر حتى الجفاف ثم يحرق المتبقى وتوزن مرة أخرى .

٣ - النتائج

$$\text{SiO}_2 \% = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100$$

حيث:

SiO_2 % - النسبة المئوية لثانى أكسيد السيليكون

W = وزن العينة

W1 = وزن البوتقة فارغة

W2 = وزن البوتقة بالراسب بعد الحرق

١-٦-٢١-٢ تعيين المجموعة المترسبة بهيدروكسيد الأمونيوم

(R₂O₃) Hydroxyl group

١ - عام

يجرى الترسيب للرشيح الناتج من الاختبار (١-٢١-٦) بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم ١:١ ويحرق الراسب ويوزن ويكون الناتج هو المجموعة المترسبة بهيدروكسيد الأمونيوم مقدرة كأكاسيد كل من الألومنيوم ، الحديد ، التيتانيوم ، الفاناديوم ، الكروميوم وأنيديريت حمض الفوسفوريك.

٢ - خطوات الاختبار

- ١ - يضاف حوالي ٥ مل من حمض الهيدروكلوريك وحوالي ٣ مل من ماء البروم للرشيح بعد فصل السيليكا. تضاف هذه الكمية في حالة وجود الماغنسيوم بنسبة تركيز أعلى أو يمكن استخدام ٣% محلول فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين) للأكسدة بدلا من ماء البروم ويمكن استخدام حامض النيتريك أيضا .
- ٢ - يبخّر المحلول إلى أن يصير حجمه ١٥٠ مل ويتصاعد كل البروم الحر. يضاف ٣:٢ نقط دليل الميثيل الأحمر .
- ٣ - ترسب الهيدروكسيدات بإضافة ١٠ % محلول أمونيا (١:١ خالية من حمض الكربونيك) نقطة نقطة إلى أن يصير المحلول قاعديا (يتغير اللون إلى الأصفر) .
- ٤ - يقلب بشدة أثناء الترسيب ، ثم يغطى الكأس بزجاجة ساعة ويترك ليرسب لبضعة دقائق.
- ٥ - ينقل المحلول الرائق إلى ورقة ترشيح متوسطة واتمان رقم ٤٠ أو ما يعادلها قطرها ١١ سم.
- ٦ - يضاف للراسب محلول ساخن (٢٠ جم / لتر) من كلوريد الأمونيوم .
- ٧ - يرشح في ورقة الترشيح ويغسل الراسب بنفس المحلول ويحتفظ بالرشح.
- ٨ - يجري الترسيب الثاني كالآتي :
- تخرج ورقة الترشيح بالراسب من القمع ويوضع في الكأس الذي استخدم في الترسيب.
- يعاد ذوبان الراسب في محلول ساخن ١:١ حمض الهيدروكلوريك ويقلب .
- يرسب مرة أخرى باستخدام محلول الأمونيا المخفف في وجود دليل الميثيل الأحمر .
- يرشح على ورقة ترشيح متوسطة واتمان رقم ٤٠ وتغسل الهيدروكسيدات بمحلول كلوريد الأمونيوم المخفف .

- توضع ورقة الترشيح بمحتوياتها فى البوتقة البلاستين معلومة الوزن وتحرق فى الفرن عند درجة حرارة ١١٠٠ م° لمدة ٣٠ دقيقة ثم يترك ليبرد فى مجفف ثم توزن وتحسب نسبة (R_2O_3) إلى أقرب ٠.١ % .

٣ - النتائج

$$R_2O_3 \% = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100$$

حيث :

$R_2O_3 \%$ = النسبة المئوية للمجموعة المترسبة بهيدروكسيد الأمونيوم

W = وزن العينة المأخوذة بالجرام .

W1 = وزن البوتقة فارغة.

W2 = وزن البوتقة بالراسب.

Ferric oxide (Fe_2O_3)

١-٢١-٣ اختبار تعيين أكسيد الحديد

١- عام

يجرى تقدير الحديد بالطريقة الحجمية بالمعايرة بمحلول ثنائي كرومات البوتاسيوم القياسى مستخدماً ثنائى فينيل أمين سلفونات الباريوم ككاشف .

٢ - خطوات الاختبار

- ١- يوزن بدقة حوالى ١ جم من عينة الأسمنت ، ويضاف ٤٠ مل من الماء المقطر البارد .
- ٢- يضاف مع التقليب ١٠ مل من حمض الهيدروكلوريك .
- ٣- يسخن المحلول حتى الغليان ويضاف قطرة قطرة من محلول كلوريد القصديروز حتى يتحول لون المحلول إلى اللون الأبيض الشفاف وتضاف قطرة زيادة ثم يبرد المحلول .
- ٤- يغسل جدار الكأس الداخلى بالماء ثم يضاف ١٠ مل من محلول مشبع من كلوريد الزنبيق دفعة واحدة مع التقليب .
- ٥- يضاف ١٠ مل من حمض الفوسفوريك ١:١ وقطرتان من كاشف ثنائى فينيل أمين سلفونات الباريوم .
- ٦- تجرى المعايرة بمحلول ثنائى كرومات البوتاسيوم القياسى حتى يصل اللون إلى الأرجوانى الثابت ولا يتغير بإضافة زيادة من المحلول القياسى .

٣ - النتائج

$$\text{Fe}_2\text{O}_3\% = \frac{V \times 0.004 \times 100}{W}$$

حيث :

 $\text{Fe}_2\text{O}_3\%$ = النسبة المئوية لأكسيد الحديد

W = وزن العينة المأخوذة بالجرام

0.004 = وزن أكسيد الحديد الذى يعادل ١ مللى من محلول ثنائى كرومات البوتاسيوم.

V = حجم محلول ثنائى كرومات البوتاسيوم القياسى المستخدم فى المعايرة بالملييلتر

١-٢١-٦-٤ : تعيين أكسيد الألومنيوم Aluminium oxide (Al_2O_3)

١ - عام

تُحسب من نتائج الاختباران رقم ١-٢١-٦-٢ ورقم ١-٢١-٦-٣

٢ - النتائج

$$\text{Al}_2\text{O}_3\% = \text{R}_2\text{O}_3\% - \text{Fe}_2\text{O}_3\%$$

حيث :

 $\text{Al}_2\text{O}_3\%$ = النسبة المئوية لأكسيد الألومنيوم $\text{R}_2\text{O}_3\%$ = النسبة المئوية للمجموعة المترسبة بهيدروكسيد الألومنيوم $\text{Fe}_2\text{O}_3\%$ = النسبة المئوية لأكسيد الحديد١-٢١-٦-٥ : اختبار تعيين أكسيد الكالسيوم Calcium oxide (CaO)

١ - عام

يرسب الكالسيوم من الرشيح المحتفظ به من تقدير المجموعة المترسبة بهيدروكسيد الأمونيوم وذلك باستخدام أوكسالات الأمونيوم ، ويحرق الراسب ويوزن على هيئة أكسيد كالسيوم .

٢ - خطوات الاختبار

- ١- يحمض الرشيح المجمع المحتفظ به بعد ترسيب مجموعة هيدروكسيد الأمونيوم بإضافة حمض هيدروكلوريك مركز ويبخر إلى حجم حوالى ١٠٠ مل .
- ٢- يضاف إلى المحلول وهو ساخن ٤٠ مل من ماء البروم المشبع ، يضاف هيدروكسيد الأمونيوم حتى يصبح المحلول قلويا .

- ٣- يغلى المحلول مع الحفاظ على قلويته .
- ٤- يحمض الرشيع بحمض الهيدروكلوريك ويغلى حتى يتم طرد البروم .
- ٥- يضاف ٥ مل من الحمض ويخفف إلى ٢٠٠ مل ويضاف بضع قطرات من دليل أحمر الميثيل ، ٣٠ مل من محلول ١٠ % أوكسالات الأمونيوم .
- ٦- يسخن المحلول إلى درجة ٧٠ - ٨٠ م° ويضاف مع التقليب هيدروكسيد أمونيوم (١:١) حتى يتغير اللون إلى الأصفر .
- ٧- يترك المحلول بدون أى تسخين ويقلب خلال نصف الساعة الأولى ثم يترك ليرسب ويرشح بورق ترشيح واتمان رقم ٤٠ ويغسل بالماء المقطر عدة مرات .
- ٨- تنقل ورقة الترشيح المحتوية على الراسب فى بوتقة بورسلين مغطاء وتحرق عند درجة ١١٠٠ - ١٢٠٠ م° لمدة ١٥ دقيقة حتى ثبات الوزن .

٣ - النتائج

$$\text{CaO}\% = \frac{W_1}{W} \times 100$$

حيث :

- CaO % = النسبة المئوية لأكسيد الكالسيوم
- W = وزن العينة المأخوذة لإجراء التحاليل بالجرامات .
- W1 = وزن أكسيد الكالسيوم الناتج بالحرق بالجرامات .

Magnesium oxide (MgO)

١-٦-٢١-٦ اختبار تعيين أكسيد الماغنسيوم

١ - عام

يرسب الماغنسيوم من الرشيع المحتفظ به من تقدير أكسيد الكالسيوم وذلك باستخدام فوسفات الأمونيوم أحادية الهيدروجين ، ويحرق الراسب ويوزن على هيئة بيروفسفات الماغنسيوم .

٢ - خطوات الاختبار

- ١- يجمع الرشيع الناتج من فصل الكالسيوم ويضاف إليه حمض الهيدروكلوريك المركز ويبخر إلى أن يصل حجمه إلى ٤٠٠ مل .
- ٢- يضاف إليه حوالى ٢٠ مل من محلول مشبع من فوسفات الأمونيوم أحادية الهيدروجين ويضاف حوالى ٥٠ مل من محلول الأمونيا المركز .
- ٣- يبرد الخليط ويقلب بقضيب زجاجى ثم يرشح بعد ساعتين .

٤- يرشح على ورقة ترشيح عديم الرماد رقم ٤٤ أو ما يعادلها ويعمل بمحلول ٢,٥ % محلول أمونيا.

٥- تحرق في بوتقة بورسلين معلومة الوزن عند درجة حرارة ١٠٥٠ م° لمدة ٢٠ دقيقة وتوزن وتحسب إلى أقرب ٠,١ جم .

٣ - النتائج

$$\text{MgO}\% = \frac{W_1}{W} \times 0.362 \times 100$$

حيث :

MgO %	= النسبة المئوية لأكسيد الماغنسيوم
W	= وزن العينة المأخوذة لإجراء التحليل بالجرامات
W1	= وزن الراسب الناتج بالحرق بالجرامات
0.362	= نسبة الوزن المكافئ لأكسيد الماغنسيوم إلى الوزن المكافئ لبيروفسفات الماغنسيوم .

١-٢١-٧ المساعدات الإيضاحية

يبين جدول رقم (١-٢١-١) الحد الأقصى للاختلاف المسموح به في نتائج الاختبارات .

١-٢١-٨ الاحتياطات

١-٢١-٨-١ المواد المستخدمة في الاختبارات الكيميائية

يراعى في إجراء الاختبارات الكيميائية التالية وكذلك في تحضير الكواشف ما يلي :

- ١- أن يكون الماء المستخدم مقطرا .
- ٢- أن تكون جميع المواد المستخدمة من صنف " كاشف تحليلي " .
- ٣- أن يستخدم الماء المقطر كمذيب ما لم ينص على غير ذلك .
- ٤- توزن عينات الاختبار المستخدمة في التقدير وكذا الرواسب الناتجة إلى أقرب ٠,٠٠٠١ جم.

١-٢١-٨-٢ عدد مرات إجراء التقديرات لكل اختبار والاختلافات المسموح بها

يجرى كل اختبار مرتين وفي أيام مختلفة . يجب ألا يزيد الاختلاف بين النتيجة على الحد الأقصى المبين في الجدول . وإذا زاد الاختلاف بين النتيجة على هذا الحد تكرر عملية التقدير حتى تتفق نتيجتان أو ثلاث نتائج في حدود الاختلاف المبين في هذا الجدول . وتحسب نتائج النسب المئوية للمواد المقدرة إلى أقرب ٠,٠٠١ .

وإذا كانت عملية التقدير تقتضى إجراء اختبار ضابط ، يجرى هذا الاختبار فى نفس اليوم الذي تجرى فيه عملية التقدير .

٩-٢١-١ حدود القبول والرفض

يرجع إلى جدول (١-٢١-١) الحد الأقصى للاختلافات المسموح به فى نتائج الاختبارات.

١٠-٢١-١ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٩٤/٤٧٤ - الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى

- مواصفات الهيئة الدولية للتوحيد القياسى
ISO 680-1990 Cement - Test Methods - Chemical Analysis

- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
ASTM C114 - 1988 Standard Method for Chemical Analysis of Hydraulic Cement

جدول (١-٢١-١) : الحد الأقصى للاختلاف المسموح به فى نتائج الاختبارات

المكونات	الحد الأقصى للاختلاف المسموح به (%)	
	بين نتيجتين	بين القيم المتطرفة لثلاث نتائج
١- ثانى أكسيد السيليكون	٠,١٦	٠,٢٤
٢- أكسيد الألومنيوم	٠,٢٠	٠,٣٠
٣- أكسيد الحديد	٠,١٠	٠,١٥
٤- أكسيد الكالسيوم	٠,٢٠	٠,٣٠
٥- أكسيد الماغنسيوم	٠,١٦	٠,٢٤
٦- ثالث أكسيد الكبريت	٠,١٠	٠,١٥
٧- الفاقد فى الوزن بالحرق	٠,١٠	٠,١٥
٨- المواد غير القابلة للذوبان	٠,١٠	٠,١٥
٩- أكسيد الصوديوم والبوتاسيوم	٠,٣٠ ، ٠,٣٠	٠,٥٠ ، ٠,٥٠

Sulfur trioxide (SO₃)

٢٢-١ اختبار تعيين ثالث أكسيد الكبريت

٢٢-١-٢-٢-١ عام

ترسب الكبريتات بكلوريد الباريوم وتحرق كبريتات الباريوم الناتجة وتوزن وتحسب على هيئة ثالث أكسيد الكبريت .

٢-٢٢-١ الأجهزة

كما هو بالبند رقم (١-٢١-٤) .

٣-٢٢-١ خطوات الاختبار

١- يوزن ١ جم من عينة الأسمنت وتوضع فى جفنة صينية ، يضاف ٢٥ مل ماء مقطر بارد ويضاف مع التقليب الشديد ٥ مل من حمض الهيدروكلوريك ويخفف بالماء ويسخن لمدة ١٥ دقيقة .

٢- يرشح ويغسل المتبقى بالماء الساخن ويخفف حتى ٢٥٠ مل ثم يضاف ١٠ مل من محلول ساخن (١٠%) كلوريد الباريوم ثم تحفظ العينة لمدة ٣ ساعات عند درجة حرارة قريبة من الغليان مع الاحتفاظ بحجم المحلول .

٣- يرشح الراسب على ورقة ترشيح واتمان ٤٠ أو ما يعادلها ويغسل بالماء ويحرق فى بوتقة بلاتين مجهزة ومعلومة الوزن عند درجة حرارة ٨٠٠ - ٩٠٠ م° لمدة ١٥ دقيقة .

٤-٢٢-١ النتائج

$$SO_3\% = \frac{W_1}{W} \times 0.343 \times 100$$

حيث :

SO₃ % = النسبة المئوية لثالث أكسيد الكبريت

W = وزن العينة المأخوذة لإجراء التحليل بالجرامات

W₁ = وزن الراسب الناتج بالحرق بالجرامات

0.343 = الوزن المكافئ لثالث أكسيد الكبريت إلى الوزن المكافئ لكبريتات الباريوم .

٥-٢٢-١ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ٤٧٤ / ١٩٩٤ - الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى.

Loss on ignition

٢٣-١ اختبار تعيين الفاقد فى الوزن بالحرق

١-٢٣-١ عام

تحرق عينة معلومة الوزن من الأسمنت من الأسمنت عند درجة حرارة ٩٥٠ - ١٠٠٠ م° وحتى ثبات الوزن ، تعدل طريقة العمل فى حالة الأسمنت البورتلاندى خبث الأفران كما هو مذكور فى الملحوظة الواردة فيما بعد .

٢-٢٣-١ الأجهزة

كما هو بالبند (١-٢١-٤).

٣-٢٣-١ خطوات الاختبار

يوزن ١ جم من العينة فى بوتقة من البلاتين سبق وزنها ثم تحرق عند درجة حرارة ٩٥٠ م° لمدة ١٠ دقائق ثم تبرد فى مجفف وتوزن - تكرر هذه العملية حتى ثبات الوزن .

ملحوظة : يراعى عند تقدير الفقد فى الوزن بالحرق فى حالة أنواع الأسمنت البورتلاندى خبث الأفران ما يلى :

١ - يقدر ثالث أكسيد الكبريت بالطريقة الواردة بالبند رقم ٢٢-١ على جزء من العينة الأصلية .

٢ - يقدر الفقد فى الحرق بالطريقة الواردة سلفا دون تكرار الحرق للتأكد من ثبات الوزن .

٣ - يقدر ثالث أكسيد الكبريت فى العينة المحروقة بعد نقلها إلى كأس بالطريقة الواردة ببند رقم ٢٢-١ .

٤ - تصحح النسبة المئوية للفقد فى الوزن بالحرق بإضافة كمية تساوى أربعة أخماس الزيادة فى النسبة المئوية لثالث أكسيد الكبريت التى تكونت أثناء الحرق .

٤-٢٣-١ النتائج

$$L.O.I\% = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

حيث :

L.O.I. % = النسبة المئوية للفاقد فى الوزن

W₁ = وزن العينة بالجرام

W₂ = وزن العينة بعد الحرق وثبات الوزن بالجرام

٥-٢٣-١ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ٤٧٤ / ١٩٩٤ - الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى.

Insoluble residue

١-٢٤ اختبار تعيين المواد غير القابلة للذوبان

١-٢٤-١ عام

تعين النسبة المئوية للمواد غير القابلة للذوبان فى الأسمنت عن طريق معاملة وزن معلوم من العينة بحمض الهيدروكلوريك ويرشح ثم يغسل الراسب الناتج بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ويرشح المتبقى ويوزن .

١-٢٤-٢ الأجهزة

كما هو بالبند رقم (١-٢١-٤)

١-٢٤-٣ خطوات الاختبار

١- يضاف ١٠ مل ماء مقطر إلى ١ جم من العينة ، ثم يضاف ٥ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز .

٢- يسخن ببطء حتى يتم تفكك العينة تماما ويخفف المحلول إلى ٥٠ مل ثم يسخن لمدة ١٥ دقيقة عند درجة حرارة أقل .

٣- يرشح المتبقى على ورقة ترشيح متوسطة واتمان رقم ٤٠ ، تغسل ورقة الترشيح بمحتوياتها عدة مرات بالماء المقطر الساخن .

٤- تنقل الورقة إلى الكأس الأصلية مرة أخرى ثم يضاف ١٠٠ مل من هيدروكسيد الصوديوم (ص أيد محلول ١٠ %) .

٥- يحفظ المحلول لمدة ١٥ دقيقة عند درجة أقل من الغليان ثم يعادل بحمض الهيدروكلوريك (يد كل) حتى يتحول إلى محلول حامضى .

٦- يضاف من ٤ - ٥ نقط زيادة من الحمض .

٧- يرشح على ورقة ترشيح متوسطة ويغسل من ١٢ - ١٥ مرة بمحلول نترات الأمونيوم الساخن (٢٠ مم/لتر) .

٨- تنقل ورقة الترشيح إلى بوتقة موزونة وتُحرق عند درجة ٩٠٠ - ١٠٠٠ م° ويبرد ويعاد وزن البوتقة

١-٢٤-٤ النتائج

$$I.R. \% = \frac{W_1}{W} \times 100$$

حيث :

I.R. % = النسبة المئوية للمواد غير القابلة للذوبان

W₁ = وزن الراسب

W = وزن العينة المأخوذة لإجراء التحليل بالجرامات

١-٢٤-٥ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ٤٧٤ / ١٩٩٤ - الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى.

Sulfide sulfur

١-٢٥ اختبار تعيين الكبريت الموجود على هيئة كبريتيد

١-٢٥-١ عام

تتضمن الطريقة أكسدة الكبريت بالبروم وترسيبه بكلوريد الباريوم وتقديره من كبريتيد الباريوم المتكون .

١-٢٥-٢ الأجهزة

كما هو بالبند رقم (١-٢١-٤)

١-٢٥-٣ خطوات الاختبار

- ١- يوزن بدقة ٢ جم من الأسمنت فى كأس سعة ٦٠٠ مل ويضاف ٥٠ مل من الماء المقطر وتقلب .
- ٢- يضاف ١٠٠ مل من الماء المشبع بالبروم ويترك لمدة ٥ ساعات ثم يضاف حمض الهيدروكلوريك (٥:١) تدريجيا حتى تختفى رائحة البروم .
- ٣- يسبخر المحلول حتى الجفاف ثم يضاف ٢٥ مل من حمض الهيدروكلوريك (٥:١) مع ١٠٠ مل من الماء المقطر الساخن وترشح السيليكا وتغسل جيدا .
- ٤- يسبخر الرشيع الناتج من (٣) إلى ١٠٠ مل ، يضاف هيدروكسيد الأمونيا حتى التعادل ويسخن ويضاف اليه كربونات الصوديوم (٥%) ويسخن على حمام مائى لمدة ٣٠ دقيقة .
- ٥- يترك ليستقر الراسب ويرشح بورق ترشيح واتمان رقم ٤٤ ويغسل بمحلول (٥%) كربونات الصوديوم .
- ٦- يضاف للمحلول نقطتان من كاشف الميثيل البرتقالى ويحمض بحمض الهيدروكلوريك (٣:١) ثم يبخر المحلول إلى ١٠٠ مل تقريبا .
- ٧- يضاف إلى المحلول وهو ساخن محلول (٢٠:١) كلوريد الباريوم ويترك الراسب حوالى ٤ ساعات على الأقل .
- ٨- يرشح الراسب ويغسل ويحرق فى بوتقة معلومة الوزن ثم يحرق لمدة ساعة عند درجة ٩٠٠ م° ويعاد وزن البوتقة بعد ثبات وزنها .

١-٢٥-٤ النتائج

$$S\% = \frac{(SO_3)_T - SO_3}{W} \times 0.1373 \times 100$$

حيث :

- S % = النسبة المئوية لعنصر الكبريت الموجود على هيئة كبريتيد
- SO₃ = وزن كبريتات الباريوم الناتج من تقدير ثالث أكسيد الكبريت بالعينة (اختبار رقم ١-٢٢).
- (SO₃)_T = وزن كبريتات الباريوم الناتج من تقدير ثالث أكسيد الكبريت بالعينة وكبريت الكبريتيد الموجود فيها .
- W = وزن العينة
- 0.1373 = نسبة الكبريت الموجود بكبريتات الباريوم .

١-٢٥-٥ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ٤٧٤ / ١٩٩٤ - الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى.

٢٦-١ اختبار تعيين أكسيد الصوديوم والبوتاسيوم (Na_2O & K_2O) Water soluble alkalies

١-٢٦-١ عام

يُقدر أكسيد الصوديوم وأكسيد البوتاسيوم بجهاز التحليل الطيفى Flame photometer باللهب من محلول الأسمنت المعالج بحمض الهيدروكلوريك بعد فصل السليكا وتحسب القيمة من المنحنى المجهز لكل عنصر من محاليل معلومة النسب لكليهما .

١-٢٥-٢ الأجهزة

كما هو بالبند رقم (١-٢١-٤)

١-٢٦-٢ خطوات الاختبار

١- يوزن ١ جم من الأسمنت ثم يضاف له ٥٠ مل من الماء المقطر فى كأس زجاجى.
٢- يضاف بعد ذلك ٥ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز مع التسخين الهين حتى تتفصل السليكا.

- ٣- يغسل مرات عديدة وينقل الرشيع فى دورق عيارى مخروطى ٢٥٠ مل .
- ٤- يتم ضبط الجهاز بواسطة محاليل قياسية لأكسيد الصوديوم والبوتاسيوم .
- ٥- تمرر العينات بالجهاز وتسجل القراءات لكل من الصوديوم والبوتاسيوم .
- ٦- توقع القراءات على المنحنيات لكل منهم لمعرفة النسبة المئوية لكل عنصر .

١-٢٦-٤ النتائج

- النسبة المئوية لأكسيد الصوديوم = القراءة على الجهاز وتحويلها .
النسبة المئوية لأكسيد البوتاسيوم = القراءة على الجهاز وتحويلها .

١-٢٦-٥ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ٤٧٤ / ١٩٩٤ - الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى.

chlorides (Cl)

٢٧-١ اختبار تعيين الكلوريدات

١-٢٧-١ عام

لتعيين محتوى الكلوريدات فى الأسمنت تعالج عينة الأسمنت بحامض النيتريك المخفف . ويتأكسد الكبريتيد إلى كبريتات ثم ترسب الكلوريدات باستخدام محلول عيارى من نترات الفضة ويعادل المتبقى بمحلول ثيوسيانات الأمونيا فى وجود كاشف .

٢-٢٧-١ الهدف

تعيين محتوى الكلوريدات بالإضافة إلى الهالوجينات عدا الفلوريد .

٣-٢٧-١ تعريفات

محتوى الكلوريدات يعنى محتوى كل الهالوجينات عدا الفلوريدات على هيئة (Cl)

٤-٢٧-١ الأجهزة

- ميزان حساسية ٠,١ مجم
- سخان كهربائى
- سحاحة سعة ١٠ مل مدرجة
- ماصه ٥ مل
- حامض النيتريك المركز
- حامض النيتريك ٢:١ ماء مقطر
- حامض النيتريك ١٠٠:١ ماء مقطر
- محلول ٠,٠٥ عيارى من نترات الفضة (٨,٤٩٤ جم نترات فضه فى لتر ماء)
- محلول ٠,٠٥ عيارى من ثيوسيانات الأمونيوم (٣,٨ جم ثيوسيانات الأمونيوم فى لتر ماء)
- كاشف (١٠٠ مل محلول مشبع من كبريتات حديدك الأمونيوميه $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ (III) + 10 مل من ٢:١ حامض النيتريك)

٥-٢٧-١ العينات

عينة ممثله من الأسمنت كما هو موضح بالبند رقم (١-٢١-٥) .

٦-٢٧-١ خطوات الاختبار

- ١- يوزن ٥ جم $\pm 0,05$ من الأسمنت ويضاف إليها ٥٠ مل من الماء المقطر فى كأس .
- ٢- يضاف مع التقليب المستمر ٥٠ مل من حامض النيتريك المركز (٢:١) .
- ٣- يسخن حتى الغليان ويضاف ٥ مل من نترات الفضة .

- ٤- يرشح ويغسل الراسب بمحلول مخفف من حامض النيتريك (١:١٠٠) حتى يصبح حجم الرشيح والغسيل حوالى ٢٠٠ مل ثم يبرد إلى درجة ٢٥ ° م
- ٥- يضاف ٥ مل من الكاشف ويعاير المحلول بمحلول ثيوسيانات الأمونيوم مع الرج الشديد حتى يظهر لون بنى محمر لا يختفى بالرج ويسجل (V_1) من محلول ثيوسيانات الأمونيوم.
- ٦- يعاد إجراء الاختبار بدون وجود الأسمنت ويسجل (V_2) من محلول ثيوسيانات الأمونيوم المستخدم.

١-٢٧-٧ النتائج

$$Cl' = \frac{100}{W} \times (V_1 - V_2) \times \frac{1.773}{1000}$$

$$= \frac{(V_1 - V_2)}{W} \times 0.1773$$

حيث :

- V_1 = حجم ثيوسيانات الأمونيوم المستخدم فى وجود الأسمنت
- V_2 = حجم ثيوسيانات الأمونيوم المستخدم فى عدم وجود الأسمنت
- W = وزن عينة الأسمنت

١-٢٧-٨ الاحتياطات

- ١- لا يزيد الفرق فى النتائج عند الإعادة عن ٠.٠٠٥ % .

١-٢٧-٩ حدود القبول والرفض

- لا يزيد نسبة وجود (\bar{Cl}) بالأسمنت عن ٠.٠١ % .

١-٢٧-١٠ - المراجع

ASTM C114 - 1988 Standard Method for Chemical Analysis of Hydraulic Cement

Free lime (CaO)

٢٨-١ اختبار تعيين أكسيد الكالسيوم الطليق (الجير الحر)

١-٢٨-١ عام

يذاب أكسيد الكالسيوم الطليق غير المتحد (الجير الحر) فى مذيب من الجليسرول والإيثانول ثم يعاير بمحلول خلاص الأمونيوم القياسى .

١-٢٨-٢ الهدف

تعيين أكسيد الكالسيوم الطليق غير المتحد .

١-٢٨-٣ تعريفات

أكسيد الكالسيوم الطليق : هو أكسيد الكالسيوم الذى لم يتم اتحاده أثناء عملية التصنيع .

١-٢٨-٤ الأجهزة

- ميزان حساسية ٠,١ مجم

- سخان كهربائى

- مكثف مبرد بالماء

- زجاجيات معملية

- محلول كحولى من هيدروكسيد الصوديوم

- فينول فتالين (١ مم من الفينول فتالين فى ١٠٠ مل محلول إثيلى)

- جليسرول وزنه النوعى عند ٢٥ °م لا يقل عن ١,٢٤٩ ولا تزيد نسبة الماء فيه على ٥%.

- مذيب الجليسرول والكحول الإيثيلى (٥:١ جليسرول وكحول إثيلى مطلق ويضاف ٢ مل من

الكاشف) ويكون المحلول ذا قلوبه طفيفة تساعد على ظهور لون أحمر طفيف.

- محلول خلاص الأمونيوم الكحوليه (١ مل = ٠,٠٠٥ مم أكسيد الكالسيوم بإذابه ١٦ مم من

خلاص الأمونيوم الكحوليه بعد التجفيف فى لتر من الكحول الإيثيلى المطلق)

١-٢٨-٥ العينات

عينة ممثلة من الأسمنت بند (١-٢١-٥) .

١-٢٨-٦ خطوات الاختبار

١- تجرى معايرة لمحلول خلاص الأمونيوم الكحوليه بوزن ٠,٠٢ جم من أكسيد الكالسيوم

الجاف فى دورق مخروطى ويضاف إليها ٦٠ مل من المذيب .

٢- يثبت مكثف على فوهة الدورق المخروطى ويسخن حتى الغليان ويعاير مباشرة بمحلول

قياسى من خلاص الأمونيوم الكحوليه ، يعاد المكثف ويسخن مرة أخرى وتكرر عملية

المعايرة حتى تنتهى المعايرة عندما لا يظهر أى لون فى المحلول أثناء الغليان المستمر لمدة ساعة .

٣- تحسب أكسيد الكالسيوم الذى يكافئ محلول خلاات الأمونيوم الكحوليه بالجرام (لكل مل) وذلك بقسمة وزن أكسيد الكالسيوم المستعمل على حجم المحلول المطلوب .

٤- يوزن ١ جم من العينة المجهزة فى دورق مخروطى ويضاف ٦٠ مل من المذيب وتكمل خطوات العمل بالمعايرة بمحلول خلاات الأمونيوم الكحوليه القياسى كما هو موضح فى الخطوة رقم (٢) .

٥- يمكن اعتبار نقطة النهاية عندما لا تبلغ الزيادة فى نسبة أكسيد الكالسيوم الطليق فى العينة أثناء الساعتين الأخيرتين مع الغليان أكثر من ٠.٠٥ % .

١-٢٨-٧ النتائج

$$CaO\% = \frac{W_1 \times W_2}{W} \times 100$$

حيث :

CaO % = النسبة المئوية لأكسيد الكالسيوم الطليق

W = وزن العينة المستخدمة بالجرام

W₁ = وزن أكسيد الكالسيوم بالجرام الذى يكافئ ١ مل من محلول خلاات الأمونيوم

V = حجم محلول خلاات الأمونيوم الكحولية بالمليتر الذى تحتاج إليه العينة .

١-٢٨-٨ الاحتياطات

يراعى عدم إضافة أى زيادة من خلاات الأمونيوم الكحولية فى أى وقت وذلك لأن الزيادة من خلاات الأمونيوم الكحولية قد تتفاعل مع الومينات الكالسيوم وسيليكات الكالسيوم فى الأسمنت لذا تستخدم سحاحة لها طرف صغير يعطى حوالى ٥٠ نقطة فى المليتر ويفضل أن يظل فى المحلول لون قرمذى طفيف بعد كل من عمليات المعايرة المبكرة .

١-٢٦-٥ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ٤٧٤ / ١٩٩٤ - الطرق القياسية للتحليل الكيميائى للأسمنت البورتلاندى.

الجزء الثانى

اختبارات الركام

مقدمة :

يشتمل هذا الجزء على الاختبارات التى تجرى على الركام معملياً وكذلك أسس القبول واشترطات الرقص لتحديد مدى تحقيقه للخواص المطلوبة لأعمال الخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الإجهاد. ويشتمل هذا الجزء على الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية التى تساعد فى الحكم على جودة الركام .

ويتناول هذا الجزء كذلك اختبارات الحكم على تدرج الركام وكثافته والمواد المختلطة به وشكل الحبيبات والثبات الحجمى والصلادة والشوائب العضوية والأملاح الضارة المختلطة بالركام بالإضافة لدراسة نشاط الركام مع قلويات الأسمنت.

وعلى القائم باختبار الركام أن يقصده بصرياً لكى يحدد شكل الركام العام من كونه مستديراً أو زاوياً أو غير منتظم، وهل يحتوى على ركام مفلطح أو عصوى، وعلى القائم بالاختبار تحديد تسيج الركام (حبيبي أم بلورى) وكذلك حالة السطح (ناعم أم خشن).

ويتم تحديد المتطلبات المذكورة آنفاً من خلال الاختبارات التالية :

أولاً : الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية

٢-١ طرق أخذ العينات

٢-٢ اختبار التحليل بالمناخل للركام

٢-٣ اختبار تعيين النسبة المثوية للامتصاص للركام

٢-٤ اختبار تعيين الوزن النوعى الظاهرى للركام

٢-٥ اختبار تعيين الوزن الحجمى والنسبة المثوية للفراغات للركام

٢-٦ اختبار تعيين محتوى الفراغات بين حبيبات الركام الصغير غير المدموك (تأثير شكل الحبيبات، حالة السطح للحبيبات و التدرج)

٢-٧ اختبار تعيين معامل العصوية للركام الكبير

- ٨-٢ اختبار تعيين معامل التفلطح للركام الكبير
- ٩-٢ اختبار تعيين رقم الزاوية للركام الكبير
- ١٠-٢ اختبار تعيين الزيادة الحجمية للركام الصغير
- ١١-٢ اختبار تعيين نسبة الطين و المواد الناعمة بالركام بالوزن
- ١٢-٢ اختبار تعيين نسبة الطين و المواد الناعمة بالركام الصغير بالحجم
- ١٣-٢ اختبار تعيين نسبة القطع الخفيفة بالركام
- ١٤-٢ اختبار تعيين تأثير الشوائب العضوية فى الركام الصغير على مقاومة المونة للضغط
- ١٥-٢ اختبار تعيين الانكماش بالجفاف للركام فى الخرسانة
- ١٦-٢ اختبار تعيين معامل التهشيم للركام الكبير
- ١٧-٢ اختبار تعيين مقاومة الركام الكبير للبرى بطريقة لوس أنجلس
- ١٨-٢ اختبار تعيين قيمة ١٠% ناعم للركام الكبير
- ١٩-٢ اختبار تعيين معامل الصدم للركام الكبير (اختبار متانة الركام)
- ٢٠-٢ اختبار تعيين درجة التآكل بالاحتكاك للركام الصغير

ثانياً : الاختبارات الكيميائية والأدائية

- ٢١-٢ اختبار تعيين الشوائب العضوية للركام
- ٢٢-٢ تعيين محتوى الأملاح (الكلوريدات - الكبريتات)
- ٢٣-٢ الفحص البتروجرافى لركام الخرسانة
- ٢٤-٢ اختبار ثبات الحجم للركام (اختبار أدائى)
- ٢٥-٢ تعيين النشاط القلوى للركام (الطريقة الكيميائية)
- ٢٦-٢ النشاط القلوى للصخور الكربونائية المستخدمة فى الخرسانة (اختبار أدائى)
- ٢٧-٢ النشاط القلوى لمونة الأسمنت والركام (طريقة عمود المونة)

١-٢ طرق أخذ العينات

AGGREGATE SAMPLING

١-١-٢ عام

تعتبر عملية أخذ الركام على نفس الدرجة من الأهمية لعملية الاختبار ذاتها لذلك فإن عملية أخذ العينات من المحجر أو من موقع العمل تكون على درجة من الأهمية لتعيين ملاءمة كل مكون منفصل يدخل فى الإنشاء.

٢-١-٢ الهدف

تهدف هذه الطرق لتحديد الوسائل القياسية لأخذ وتحضير عينات الاختبار للركام الكبير أو الصغير أو الخليط .

٣-١-٢ تعريفات

- الركام الصغير (الرمال الطبيعى ورمال الكسارة) :

هو الركام الذى تمر معظم حبيباته من المنخل ذى مقياس ٥ مم ولا يزيد ما يحتجز منها على هذا المنخل على النسب المسموح بها فى حدود التدرج المذكورة فى "اختبار التحليل بالمناخل للركام" .

- الركام الكبير (الزلط والحصى الطبيعى والأحجار المكسرة)

وهو الركام الذى تحتجز معظم حبيباته على المنخل القياسى ذى مقياس ٥ مم ولا يزيد ما يمر منها من هذا المنخل على النسب المسموح بها فى حدود التدرج المذكور فى "اختبار التحليل بالمناخل للركام" .

- الركام الشامل

هو خليط من الركام الصغير والركام الكبير كما هو مبين بحدود التدرج المذكورة فى "اختبار التحليل بالمناخل للركام الشامل" .

٢-١-٤ العينات

١- أخذ وتحضير العينات

تجهز عينات الركام الصغير أو الكبير أو الخليط اللازمة لإجراء الاختبارات الميينة فيما بعد بأخذها من المحجر وعند التوريد ويكون ذلك من الركام المنقول بالعربات والمواعين أو أية وسيلة أخرى أثناء تعبئته بالمحجر وأى مكان آخر ، وتؤخذ عينة واحدة لكل ١٠٠ متر مكعب من الركام إلا فى الحالات التى يكون فيها الركام مأخوذاً من محاجر معروفة الخواص فيجوز الاكتفاء بعينة واحدة بشرط ألا يكون هناك اختلاف واضح فى الركام المورد . ويذكر حجم كمية الركام الكلية المأخوذة منها العينة ، ويمكن تمثيل هذه الكمية بعينة واحدة إذا كان المطلوب معرفة خواص الركام ، أما إذا كان المطلوب الحصول على معلومات خاصة تبين مدى اختلاف الركام فيتم تحضير بضعة عينات تمثل كل عينة منها الركام المأخوذ على فترات محددة من الكمية الكلية

٢- أخذ العينة الكلية للركام

تحضر العينة بأخذ كميات متساوية من الركام على وجه التقريب من مواضع مختلفة على أن يكون ذلك من نقاط متفرقة على جوانب المصدر من أعلاه ومنصفه وأسفله ، ثم تخلط هذه الكميات مع بعضها البعض خلطاً تاماً لتكون العينة الكلية الممثلة للركام ، ويراعى عند أخذ كميات الركام المذكورة أن تكون ممثلة تماماً لغالبية الحبيبات ولا تؤخذ من نقط تتركز فيها الحبيبات الكبيرة كما يحدث عادة فى أسفل الأكوام - على ألا يقل عدد النقاط التى تؤخذ منها كميات الركام عن عشر نقاط . وفى حالة تحضير العينات تحت ظروف غير عادية يراعى أن تكون نقط أخذ كميات الركام من المصدر كثيرة بحيث تكون العينة الكلية أكبر لخسان تمثيلها للركام تمثيلاً صحيحاً ، ويحسن أن يكون عدد تلك النقاط ووزن كمية الركام المأخوذة من كل نقطة ووزن العينة الكلية كما هو مبين بالجدول (٢-١-١) .

٢-١-٥ خطوات الاختبار

١- تحضير عينة الاختبار

تحضر عينة الاختبار بتجزئة العينة الكلية ، وتكون هذه التجزئة بالأوزان الميينة بالجدول رقم (٢-١-١) باستخدام طريقة التقسيم الربعى كما يلى :

طريقة التقسيم الربعى

تعمل التجزئة بالخلط التام لكميات الركام المأخوذة من النقاط المختلفة والمكونة للعينه الكلية وذلك بعمل كوم مخروطى منها ثم يقلب ، ويعاد عمل الكوم المخروطى مرة ثانية وتجرى هذه العملية ثلاث مرات ، ويراعى عند عمل الكوم المخروطى أن يكون تكوين الركام بوضعه فى رأس المخروط وتركه ينساب انسياباً منتظماً على جوانبه ، يراعى عدم زحزحة مركز قاعدة المخروط وإعادة قطع الركام الكبير التى تتبعثر حول القاعدة إلى جوانب الكوم ، ثم تسطح الكومة المخروطية الثالثة بحرف لوح من الخشب أو حرف جاروف بوضعه قطرياً فى مركز الكومة وتحريكه دائرياً مع رفعه بعد كل دورة وإعادة ذلك عدة مرات حتى يتسطح الكوم بهيئة دائرية بتخانة منتظمة على أن يكون مركزها هو نفس مركز الكوم المخروطى . ثم تقسم الكومة الدائرية المسطحة إلى أربعة أقسام وذلك بوضع لوحين من الخشب أو المعدن على سطحها على شكل قطرين متعامدين ثم ضغطها كما هو مبين بالشكل رقم (٢-١-١) ثم يستبعد جزآن متعامدان قطرياً ويؤخذ الجزان الأخران ويخلطان مع بعضهما خلطاً تاماً، وتكرر عملية التقسيم الربعى على خليط هذين الجزأين مرة أو أكثر حتى يحصل على الكمية اللازمة لعملية الاختبار .

٢- تعبئة عينات الاختبار

تكون الأوعية التى ترسل فيها عينات لمعامل الاختبار متينة تتحمل أية ظروف سيئة أثناء الشحن على ألا يفقد أى جزء من الركام لا سيما المواد الناعمة ، ويتوقف نوع وعاء التعبئة على طريقة شحن عينة الاختبار، وتستعمل الأكياس ذات النسيج القوى المضموم أو الصناديق الخشبية المحكمة أو الأسطوانات المعدنية .

ويراعى فى حالة تعبئة الركام الصغير تبطين الأكياس والصناديق الخشبية بعدة طبقات من الورق ، ويمكن استعمال الصناديق المصنوعة من المعادن فى تعبئة الركام بشرط أن يكون غطاؤها محكماً ، كما قد يحتاج الأمر فى بعض الحالات تغليف هذه الصناديق بغلاف خشبى . ويراعى ألا يتعدى وزن العبوة الواحدة لعينات الاختبار ٥ كيلو جرامات ، وفى حالة زيادة وزن العينات المرسله عن ذلك تقسم إلى عدة عبوات بحيث لا تزيد أى عبوة عن ٥ كيلو جرام ويراعى تمييز كل عبوة بعلامة خاصة .

٢-١-٦ اختزال العينات للاختبار المعمل

يتم اختزال العينات الواردة للمعمل للحصول على الكميات اللازمة لإجراء الاختبارات المعملية باستخدام صندوق التقسيم Riffler .

٧-١-٢ التقرير

لا يصدر عن أخذ العينات تقرير نتائج الاختبار وإنما لا بد من وجود البيانات التالية مرفقة مع عينات الاختبار:

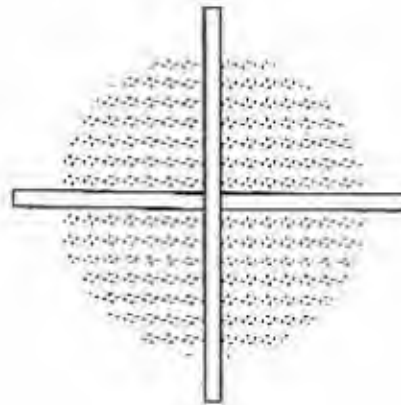
- ١ - اسم ووظيفة الشخص الذى قام بتحضير العينة .
- ٢ - اسم ومكان المنطقة .
- ٣ - اسم ومكان المحجر أو الموقع .
- ٤ - تحديد مكان أخذ الركام من المحجر أو الموقع .

٨-١-٢ المراجع

المواصفات القياسية المصرية ١٩٧١/١١٠٩ : ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية .

جدول (١-١-٢) عدد النقاط التي تؤخذ منها عينات الركام ووزن العينة

وزن عينة الاختبار (كيلو جرام)	وزن العينة الكلية (كيلو جرام)	وزن كمية الركام المأخوذة عند كل نقطة (كيلو جرام)	عدد نقاط أخذ الركام	المناخل القياسية		المقاس الاعتباري للركام (مم)
				العرض الاسمي للفتحة (مم)	رقم المنخل	
٥٠	٢٠٠	١٠	٢٠	٣٧,٥	٧	٤٠
٥٠	٢٠٠	١٠	٢٠	٢٨	٨	٣٢
٥٠	٢٠٠	١٠	٢٠	٢٠	١٠	٢٥
٢٥	١٠٠	٥	٢٠	٢٠	١١	٢٠
٢٥	١٠٠	٥	٢٠	١٤	١٢	١٦
٢٠	٨٠	٤	٢٠	١٠	١٥	١٠
١٠	٤٠	٤	١٠	٥	١٩	٥



شكل رقم (١-١-٢) التقسيم الرباعي للركام

٢-٢ اختبار التحليل بالمناخل للركام

TEST METHOD FOR THE DETERMINATION OF SIEVE ANALYSIS OF AGGREGATES

٢-٢-١ عام

- هذا الاختبار هو أحد الاختبارات الهامة لتحديد صلاحية الركام لاستخدامه فى الخلطات الخرسانية. وهو يختص بتحديد التدرج الحبيبي أى توزيع مقاسات حبيبات الركام فى كمية من الركام المستخرج من المصادر الطبيعية.
- فى حالة الركام الذى يحتوى على مواد طينية أو أى مواد تؤدى إلى تكثف الحبيبات غسل الحبيبات ثم تعيين التدرج الحبيبي لها بعد جفافها .

٢-٢-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تحديد :

- التدرج الحبيبي أى توزيع مقاسات حبيبات الركام فى كمية من الركام وذلك لاستخدامه فى الخلطات الخرسانية.
- معايير النعومة للركام.
- المقاس الاعتبارى الأكبر للركام.

٢-٢-٣ تعريفات

- التدرج الحبيبي هو فصل المقاسات المختلفة من الركام بعضها عن بعض فى أى كمية من الركام ويكون ذلك بالتحليل بالمناخل للركام المستخرج من المصادر الطبيعية والركام المصنع والمستخدم فى الخرسانة.
- الركام الصغير هو الذى يمر تقريبا معظمه (٩٠ - ١٠٠%) من منخل ٥ مم وبه بعض حبيبات قليلة كبيرة.
- الركام الكبير هو الذى يحتجز معظمه (٩٠ - ١٠٠%) على منخل ٥ مم ويحتوى على بعض حبيبات صغيرة.
- الركام الشامل هو خليط من الركام الصغير والكبير .

- معايير النعومة للركام الصغير هو مجموع النسب المئوية المحجوزة على كل منخل، من مناخل الركام القياسية مقسوما على ١٠٠ . ويصف هذا المعامل مقاس حبيبات الركام فكلما صغر المعامل كلما دل ذلك على صغر مقاس الركام.
- المقياس الاعتبارى الأكبر للركام هو مقاس أصغر منخل يمر منه ٩٥% على الأقل من الركام الكبير أو الركام الشامل .

٢-٢-٤ الأجهزة

- ميزان حساس لا تقل حساسيته عن ٠,١ % من وزن عينة الاختبار .
- قرن جيد التهوية يمكن التحكم فى درجة حرارته حتى 10.0 ± 0 درجة مئوية.
- مجموعة المناخل القياسية لكل من الركام الكبير والركام الصغير والركام الخليط كما هو بالجدول رقم (٢-٢-١). والمناخل القياسية المذكورة هى المناخل ذات هيكل معدنى أسطوانى وذات فتحات مربعة ويسمى المنخل بطول ضلع فتحته بالمليمتر . وتستخدم من هذه المناخل تلك التى تمكن من الحصول على تدرج مناسب لأحد التطبيقات الهندسية. ففى الركام المستخدم للأعمال الإنشائية تستخدم المناخل الآتية: ٣٧,٥ - ٢٠,٠ - ١٠,٠ - ٥,٠ - ٢,٣٦ - ١,١٨ - ٠,٦٠٠ - ٠,٣٠٠ - ٠,١٥٠ مم . ويمكن أن تتراد بعض المناخل لتحقيق شرط أن يكون أكبر وزن لكمية الركام المحجوزة على المناخل كما هو موضح بالجدول رقم (٢-٢-٣) وأيضاً الحاجة إلى مقاس اعتبارى متوسط بين المقاسات أعلاه .
- هزاز مناخل ميكانيكى (اختيارى).
- صينية يمكن إدخالها الفرن بدون حدوث أى تغير فى وزنها.
- إناء كبير يسمح باحتواء العينة بالإضافة إلى ٥ مرات حجمها ماء.

٢-٢-٥ العينات

- تحضر عينة الاختبار بجزئة العينة الكلية كما هو مبين باختبار طرق أخذ عينات الركام (اختبار رقم ٢-١) لى تحقق الأوزان المنصوص عليها بالجدول رقم (٢-٢-٢) .
- تجفف عينة الاختبار حتى يثبت وزنها لأقرب ٠,١ % من وزن العينة فى قرن درجة حرارته 10.0 ± 0 درجة مئوية لمدة 24 ± 4 ساعة.

٢-٢-٦ خطوات الاختبار

٢-٢-٦-١ اختبار التحليل بالمناخل فى حالة عينة الركام بدون غسيل

- ١ - توزن عينة الركام الجافة بدقة لأقرب ٠,١% من وزن العينة وليكن وزنها (و) .
- ٢ - ترتب المناخل طبقا لمقاس فتحة المنخل ترتيبا تصاعديا ابتداء من الوعاء ثم تتخل العينة ويبدأ النخل بالمنخل الأكبر وينتهى بالمنخل الأصغر .
- ٣ - تجرى عملية النخل بهز المناخل ميكانيكيا أو يدويا مدة كافية لا تقل عن ٥ دقائق، بحيث لا يمر من أى منخل بعدها إلا ٠,١% من وزن العينة الكلى خلال دقيقة من النخل اليدوى. تكون عملية النخل بتحريك المنخل رأسيا وافقيا وذلك بهزه أماما وخلفا يمينا وشمالا ودائريا فى اتجاه عقرب الساعة وعكسه كما يحرك المنخل من وقت لآخر بحركة التوافقية حتى يتحرك الركام باستمرار فوق وجه المنخل ليتيسر لحبيباته فرصة المرور من فتحات المنخل.
- ٤ - يراعى أثناء نخل الركام الكبير ألا تجبر حبيباته على المرور من فتحات المنخل بالضغط عليها باليد، وفى حالة المناخل التى مقاس فتحتها ٢٠ مم وأكبر يسمح بمساعدة حبيبات الركام على المرور من فتحات هذه المناخل.
- ٥ - يراعى أثناء نخل الركام الصغير إمكان فرك التكرورات المتجمعة- إن وجدت بضغطها على جدار المنخل وكذلك تستخدم فرشاة مناسبة لحك ظهر المنخل لإخلاء فتحاته من الركام الصغير كما يراعى استعمال فرشاة ناعمة فوق وجه المنخل مقاس ٠,١٥ مم لمنع حدوث تجمع الركام الناعم مع عدم إحداث أى ضغط على سطح هذا المنخل .
- ٦ - توزن مقادير الركام المحجوزة على كل منخل على حدة بالميزان الحساس ولتكن أوزانه W_1, W_2, W_3 الخ و يراعى عند إجراء عملية النخل ألا تحمل أوجه المناخل بوزن كبير بحيث لا تزيد الكمية المحجوزة فوق مناخل الاختبار بعد انتهاء عملية النخل عن الأوزان الموضحة بالجدول رقم (٢-٢-٣).

٢-٢-٦-٢ اختبار التحليل بالمناخل فى حالة عينة الركام المفسولة

- توضع عينة الركام المجففة فى الفرن داخل الإناء المذكور فى بند رقم ٥ ، ويضاف إليها ماء ليصل إلى منتصف الإناء. يقلب الركام جيدا حتى تتفصل الحبيبات الأقل من ٠,٠٧٥ مم عن الحبيبات الأكبر مقاسا. وقد يستلزم الأمر غمر الركام فى الماء لفترة أو استعمال فرشاة.

- يسكب ماء الغسيل مباشرة فوق المنخل ٠,٧٥ مم بحيث يكون المنخل ١,١٨ مم كواقى فوقه مع مراعاة ما أمكن عدم السماح للحبيبات الكبيرة بالهبوط على المنخل مع ماء الغسيل.
- تكرر الخطوات على هذا النحو إلى أن يصبح ماء الغسيل رائقا. ثم توضع عينة الركام المغسولة فى الإناء مع البقايا المحبوزة على المنخلين ٠,٧٥ مم و ١,١٨ مم داخل الصينية المذكورة فى البند رقم ٥.
- يوضع الركام المغسول فى فرن درجة حرارته 105 ± 5 درجة مئوية حتى يثبت وزنه ثم يبرد ويوزن وليكن وزنه W_m
- يحدد وزن المواد المارة من منخل الاختبار ٠,٧٥ ليكون: $W - W_m$
- يستكمل الاختبار كما فى البند رقم ٢-٢-٦-١

٢-٢-٧ احتياطات

- يراعى أن تكون المناخل سليمة ونظيفة تماما قبل استعمالها
- قد يكون توزيع الحبيبات المحبوزة فى بعض أنواع الركام أكثر على بعض المناخل عن البعض الآخر وخاصة المقاسات الأصغر. فى هذه الحالة يمكن إضافة مناخل ذات مقاسات متوسطة. تبعا للجدول رقم (٢-٢-٣) وإذا لم يكن ذلك ممكنا فإنه يمكن تقسيم عينة الركام الى جزأين أو أكثر وإجراء الاختبار على هذه الأجزاء ثم جمع النتائج لكل منخل.

٢-٢-٨ النتائج

- تحسب النسبة المئوية للركام المحبوز على كل منخل والنسبة المئوية للركام المار منه من واقع الأوزان المحبوزة على كل منخل كما هو بالجدول رقم (٢-٢-٤).
- فى حالة عينة الركام بعد غسلها يضاف $(W - W_m)$ وهو وزن المواد المارة من منخل الاختبار ٠,٧٥ إلى وزن المواد المارة من أصغر فتحة منخل
- يمكن توضيح التدرج الحبيبي للركام بيانيا بواسطة منحنى إحداثياته الرأسية تمثل النسبة المئوية المارة من المنخل وإحداثياته الأفقية تمثل فتحات المناخل موقعة بمقياس رسم حسابى أو لوغاريتمى كما هو مبين بالشكل رقم (٢-٢-١).
- يعين من النمبة المئوية للمار المقاس الاعتبارى الأكبر للركام.
- يحسب معايير النعومة للركام الصغير

٩-٢-٢ حدود القبول والرفض

- حدود القبول والرفض للتدرج الحبيبي للركام الصغير والركام الكبير والركام الشامل كما هو موضح بالجداول (٥-٢-٢)، (٦-٢-٢)، (٧-٢-٢) .

١٠-٢-٢ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩-١٩٧١ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.
- مواصفات الهيئة الدولية للتوحيد القياسي - التحليل بالمناخل للركام. ISO 6274 - 1982 Sieve analysis of aggregate
- المواصفات القياسية البريطانية BS 812 Part 103 1985 Sampling and testing of mineral aggregate sands and fillers
- طرق أخذ عينات الركام (اختبار رقم ١-٢)

جدول رقم (١-٢-٢) المناخل القياسية لاختبار التدرج الحبيبي

فتحة المنخل (مم)	
لوحة من الصلب الطرى مثقب بفتحات مربعة قطر المنخل ٤٥٠ مم أو ٣٠٠ مم (ركام كبير)	نسيج شبكي (أسلاك مضفرة) بفتحات مربعة قطر المنخل ٣٠٠ مم أو ٢٠٠ مم (ركام صغير)
٧٥	٣,٣٥٠
٦٣	٢,٣٦٠
٥٠	١,٧٠٠
٣٧,٥	١,١٨٠
٢٦,٥	٠,٨٥٠
١٩	٠,٦٠٠
١٣,٢	٠,٤٢٥
٩,٥	٠,٣٠٠
٦,٧	٠,٢١٢
٤,٧٥	٠,١٥٠
	٠,٠٧٥*
* يمكن في بعض التطبيقات استخدام المنخل ٠,٠٦٣ مم	

جدول رقم (٢-٢-٢) أقل وزن لعينة اختبار التحليل بالمناخل

المقاس الاعتباري (مم)	أقل وزن لعينة الاختبار (كجم)
٦٣	٥٠
٥٠	٣٥
٣٧,٥	١٥
٢٨	٥
٢٠	٢
١٤	١
١٠	٠,٥
٥	٠,٢
٢,٣٦	٠,٢
٢,٣٦ >	٠,١

جدول رقم (٢-٢-٢) أكبر وزن لكمية الركام المحجوزة على المناخل فى اختبار التدرج الحبيبي

مقاس فتحة المنخل مم	أكبر وزن (كجم)		فتحة المنخل مم	أكبر وزن (كجم)	
	قطر المنخل ٢٠٠ مم	قطر المنخل ٣٠٠ مم		قطر المنخل ٣٠٠ مم	قطر المنخل ٤٥٠ مم
٥٠	٣٥٠	٧٥٠	٥,٠٠	٥	١٤
٣٧,٥	٢٥٠	٥٥٠	٣,٣٥	٤	١٠
٢٨	٢٠٠	٤٥٠	٢,٣٦	٣	٨
٢٠	١٥٠	٣٧٥	١,٨٠	٢,٥	٦
١٤	١٢٥	٣٠٠	١,١٨٠	٢	٤
١٠	١١٥	٢٦٠	٠,٨٥٠	١,٥	٣
٦,٣	١٠٠	٢٢٥	٠,٦٠٠	١	٢
٥	٨٠	١٨٠	٠,٤٢٥	٠,٧٥	١,٥
٣,٣٥	٦٥	١٥٠	٠,٣٠٠	٠,٥٥	١
	٦٠	١٣٠	٠,٢١٢		
	٥٠	١١٠	٠,١٥٠		
	٣٠	٧٥	٠,٠٧٥		

جدول رقم (٢-٢-٤)

طريقة حساب النسبة المئوية المحجوزة والنسبة المئوية المارة فى اختبار التحليل بالمناخل

مقاس فتحة المنخل (مم)	الوزن المحجوز على كل منخل	الوزن الكلى المحجوز على كل منخل	النسبة المئوية المحجوزة من الركام	النسبة المئوية المارة من الركام
٣٧,٥	W_1	W_1	$\frac{W_1 \times 100}{W}$	$100 - \frac{W_1 \times 100}{W}$
٢٠,٠	W_2	$W_1 + W_2$	$\frac{W_1 + W_2 \times 100}{W}$	$100 - \frac{W_1 + W_2 \times 100}{W}$
١٠,٠	W_3	$W_1 + W_2 + W_3$	$\frac{W_1 + W_2 + W_3 \times 100}{W}$	$100 - \frac{W_1 + W_2 + W_3 \times 100}{W}$
٥,٠	W_4	$W_1 + W_2 + W_3 + W_4$	$\frac{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \times 100}{W}$	$100 - \frac{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \times 100}{W}$

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$$

جدول رقم (٢-٢-٥) حدود القبول والرفض للركام الصغير

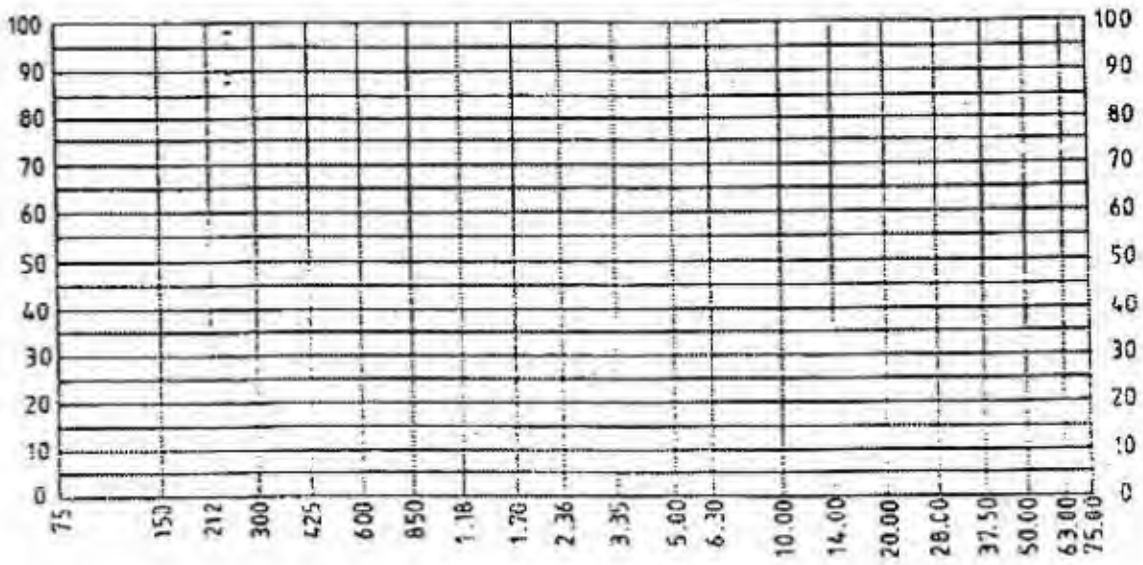
مقاس فتحة المنخل	النسبة المئوية للمار من المنخل		
	الحدود الإضافية للتدرج		الحد العام للتدرج
	متوسط	خشن	
١٠,٠ مم	-	-	١٠٠
٥,٠ مم	-	-	١٠٠-٨٩
٢,٣٦ مم	١٠٠-٦٥	١٠٠-٦٠	١٠٠-٦٠
١,١٨ مم	١٠٠-٤٥	٩٠-٣٠	١٠٠-٣٠
٠,٦٠٠ مم	٨٠-٢٥	٤٥-١٥	١٠٠-١٥
٠,٣٠٠ مم	٤٨-٥	٤٠-٥	٧٠-٥
٠,١٥٠ مم	-	-	صفر-١٥

جدول رقم (٢-٢-٦) حدود القبول والرفض للركام الكبير

النسبة المئوية المارة بالوزن							مقاس فتحة المنخل (مم)
ركام بمقاس مفرد (مم)				ركام متدرج (مم)			
١٠	١٤	٢٠	٤٠	٥-١٠	٥-٢٠	٥-٤٠	
-	-	-	١٠٠	-	-	١٠٠	٥٠,٠٠
-	-	١٠٠	١٠٠-٨٥	-	١٠٠	١٠٠-٩٠	٣٧,٥٠
-	١٠٠	١٠٠-٨٥	صفر-٢٥	١٠٠	١٠٠-٩٠	٧٠-٣٥	٢١,٠٠
-	١٠٠-٨٥	-	-	١٠٠-٩٠	-	-	١٤,٠٠
١٠٠	صفر-٥٠	صفر-٢٥	صفر-٥	٨٥-٥٠	٦٠-٣٠	٤٠-١٠	١٠,٠٠
٥٠-١٠٠	صفر-١٠	صفر-٥	-	صفر-١٠	صفر-١٠	صفر-٥	٥,٠٠
صفر-٣٠	-	-	-	-	-	-	٢,٣٦

جدول رقم (٢-٢-٧) حدود القبول والرفض للركام الشامل

النسبة المئوية المارة من المنخل			مقاس فتحة المنخل (مم)
المقاس الاعتيادي ١٠ مم	المقاس الاعتيادي ٢٠ مم	المقاس الاعتيادي ٤٠ مم	
-	-	١٠٠	٥٠ مم
-	١٠٠	١٠٠-٩٥	٣٧,٥ مم
-	١٠٠-٩٥	٨٠-٤٥	٢٠,٠ مم
١٠٠	-	-	١٤,٠ مم
١٠٠-٩٥	-	-	١٠,٠ مم
٦٥-٣٠	٥٥-٣٥	٥٠-٢٥	٥,٠ مم
٥٠-٢٠	-	-	٢,٣٦ مم
٤٠-١٥	-	-	١,١٨ مم
٣٠-١٠	٢٥-١٠	٢٠-٨	٠,٦٠ مم
١٥-٥	-	-	٠,٣٠ مم
صفر-٨	صفر-٨	صفر-٨	٠,١٥ مم



الشكل رقم (٢-٢-١) مقياس لوغاريتمي لتدوين نتائج الاختبار

٣-٢ اختبار تعيين النسبة المئوية لامتصاص الركام

TEST METHOD TO DETERMINE THE PERCENTAGE OF
ABSORPTION FOR AGGREGATE

Coarse Aggregate

١-٣-٢ الركام الكبير

١-١-٣-٢ عام

يختص هذا الاختبار بتعيين امتصاص الركام الكبير للماء و المستخدم بالخرسانة و ذى
مقاس اعتباري أكبر من ٥ مم.

٢-١-٣-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار لتعيين النسبة المئوية لامتصاص الركام الكبير للماء بالوزن.

٣-١-٣-٢ تعريفات

امتصاص الركام الكبير للماء:

هو النسبة المئوية للزيادة في وزن الركام الجاف بعد غمره في الماء لمدة ٢٤ ساعة.

٤-١-٣-٢ الأجهزة

- ميزان ذو سعة مناسبة (٣ كجم أو أكثر حسب وزن عينة الاختبار) و دقة حوالى ٠,١ % من وزن العينة المختبرة.
- سلة من السلك (ذات فتحات من ٣-١ مم).
- خزان غير منفذ للماء و ممكن لسلة السلك السابق ذكرها الدخول فيه بحرية تامة.
- قطعتان من القماش الناعم الجاف.
- وعاء له نفس سعة السلة السلك.
- منخل مقاس ٥ مم.
- ماء نظيف خال من أي ملوثات.

٢-٣-١-٥ العينات

يتم غسل العينة قبل الاختبار على منخل ٥مم لإزالة كل المواد الناعمة و الطمي و الطين والتي ستفقد أثناء الاختبار و بالتالى تؤثر على نتائج.

بالنسبة للركام المعتاد (عدا الخفيف أو الثقيل)، يجب ألا يقل وزن عينة الاختبار بالجرام عن ١٠٠ مرة المقاس الاعتيادي الأكبر للركام بالمليمتر.

٢-٣-١-٦ خطوات الاختبار

- ١ - يتم وضع عينة الاختبار فى السلة السلك، ثم تغمر فى وعاء به كمية مناسبة من الماء عند درجة حرارة ثابتة (١٥-٢٥ درجة مئوية) مع التأكد من الغمر التام لعينة الاختبار فى الماء بحيث لا تقل المسافة بين أعلى نقطة فى السلة السلك و سطح الماء عن ٥٠ مم.
- ٢ - بعد الغمر يزال الهواء المحبوس بالعينة و ذلك برفع السلة و العينة ٢٥ مم مع التأكد من أن السلة و العينة مغمورتان غمرا تاما فى الماء، ثم يسمح لهما بالهبوط ٢٥ مرة بمعدل مرة كل ثانية.
- ٣ - تترك السلة و عينة الركام مغمورتين غمرا تاما بالماء لمدة ٢٤ ساعة.
- ٤ - تخرج السلة و العينة ثم تخرجان من الماء و يسمح بصرف الماء العالق عليهما، ثم يتم بعد ذلك تفرغ الركام من السلة و يوضع على واحدة من قطعتى القماش الجاف و يجفف سطح العينة برفق ويستعان بقطعة القماش الجافة الأخرى اذا تطلب الأمر ذلك.
- ٥ - يتم نشر قطع الركام الكبير على سطح قطعة القماش الثانية على طبقة واحدة و تترك معرضة للهواء الجوى بعيدا عن ضوء الشمس المباشر أو أى مصدر آخر للحرارة حتى يختفى غشاء الماء المغلف لسطح حبيبات الركام بينما يكون الركام ما زال مبتلا. يتم وزن العينة و ليكن وزنها (m_1).
- ٦ - توضع العينة فى وعاء مسطح ثم توضع بفرن تجفيف درجة حرارته $100 \pm 5^\circ \text{C}$ م وذلك لمدة ٢٤ ساعة، و يسمح للعينة أن تبرد دون تعرضها للرطوبة الموجودة بالجو ثم توزن و ليكن وزنها (m_2).

٢-٣-١-٧ النتائج

يتم حساب النسبة المئوية لامتناس الركام الكبير للماء (α) من المعادلة التالية:

$$\alpha = (m_1 - m_2) / m_2 * 100$$

حيث:

 m_1 : وزن العينة المبتل m_2 : وزن العينة الجاف

٢-٣-١-٨ حدود القبول أو الرفض

تكون طبقاً للجدول التالى

النسبة المئوية المفوية للامتصاص (بالوزن)	المادة
١,٥ - ١ %	الزلط ، الحجر الجيرى المكسر
صفر - ١ %	الجرانيت
لا يزيد عن ٢,٥ %	الحجارة

٢-٣-١-٩ التقرير

يحتوى التقرير على المعلومات التالية:

- مصدر العينة.
- النوعية و المقاس الاعتباري الأكبر للركام.
- مدى تواجد الرطوبة بالعينة عند استلامها.
- وزن العينة.
- فترة غمر العينة بالماء (إذا قلت عن ٢٤ ساعة).
- نتائج الاختبار.

٢-٣-١-١٠ المراجع

المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩ - ١٩٧١ "ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية"

Fine Aggregate

٢-٣-٢ الركام الصغير

١-٢-٣-٢ عام

يختص هذا الاختبار بتعيين امتصاص الركام الصغير للماء و المستخدم بالخرسانة و ذى
مقاس أقل من ٥ مم.

٢-٢-٣-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار لتعيين النسبة المئوية لامتصاص الركام الصغير للماء بالوزن.

٣-٢-٣-٢ تعريفات

امتصاص الركام الصغير للماء:

هو النسبة المئوية للزيادة فى وزن الركام الجاف بعد غمره فى الماء لمدة ٢٤ ساعة.

٤-٢-٣-٢ الأجهزة

- ميزان ذو سعة ١ كجم أو أكثر حساس لدرجة ٠,١ جم أو أقل و دقيق فى حدود ٠,١ % من الوزن المختبر.

- قالب معدنى على شكل مخروط ناقص ذى قطر داخلى علوى 40 ± 3 سم و قطر داخلى
سفلى 90 ± 3 سم و ارتفاع 75 ± 3 سم ومن معدن لا يقل سمكه عن ٠,٨ مم.

- قضيب تمك معدنى يزن 340 ± 10 جم ذو نهاية مستديرة بقطر 25 ± 3 مم.

٥-٢-٣-٢ العينات

١ - يؤخذ حوالى ١ كجم من عينة الركام الصغير باستخدام الخطوات والإجراءات الموضحة
فى اختبار رقم (١-٢).

٢ - تجفف العينة فى وعاء أو إناء مناسب حتى تصل إلى وزن ثابت عند درجة حرارة 110 ± 5
درجة مئوية. تترك العينة لتبرد ثم تغطى بالماء بالغمر أو بإضافة ٦ % على الأقل
رطوبة للركام الصغير ثم تترك لمدة 24 ± 4 ساعات.

٣- يصب الماء الزائد (من التغطية بالغمر) من وعاء لآخر بحرص لتجنب فقدان جزيئات
المواد الناعمة ثم تبسط العينة على سطح مستو غير ماص للماء و معرض لتيار هواء
دافئ ذى سرعة بطيئة ثم يمزج تكراريا لتأمين تجفيف متجانس. إذا ما اقترح مساعدات

ميكانيكية يمكن استخدام التقلب للمساعدة فى الحصول على حالة التشبع مع جفاف السطح. يستمر فى هذه العملية حتى تكاد أن تصل العينة لحالة الانسياب الحر.

٤- يحدد ما إذا كان هناك رطوبة سطحية على الركام الصغير أم لا باختبار العينة باستخدام المخروط كما يلى:

- يمسك القالب بثبات على سطح غير ماص للماء مع وضع القطر الأكبر لأسفل.
- يوضع جزء من الركام الصغير المجفف جزئيا سائبا فى القالب بملئه حتى يفيض مع عمل كومة أعلى القالب.
- تمسك الكومة بأصابع اليد و يدك الركام الصغير فى القالب بواسطة ٢٥ دقة خفيفة بقضيب الدمك حيث تبدأ كل دقة من أعلى سطح الركام بحوالى ٥ مم ثم يترك قضيب الدمك ليسقط بحرية تحت تأثير الجاذبية الأرضية فى كل دقة.
- يتم تعديل الارتفاع الابتدائي لقضيب الدمك بعد كل دقة حسب منسوب السطح الجديد مع توزيع النقاط على السطح.
- يتم تسوية سطح الركام مع السطح العلوى للقالب و يزال الركام الزائد.
- يرفع المخروط رأسيا لأعلى و يلاحظ قوام الركام الصغير.
- إذا كانت الرطوبة السطحية مازالت متواجدة سيأخذ الركام شكل القالب، بينما إذا هبط الركام الصغير هبوطا خفيفا دل ذلك على أن الركام قد وصل إلى حالة جفاف السطح.

٢-٢-٦ خطوات الاختبار

- ١- تؤخذ عينة من الركام الصغير بعد تجهيزها كما سبق و توضع بوعاء مناسب و يعين وزنها وليكن (m_1).
- ٢- توضع العينة فى وعاء مسطح ثم توضع بفرن تجفيف درجة حرارة 105 ± 5 درجة مئوية و ذلك لمدة ٢٤ ساعة، و يسمح للعينة أن تبرد دون تعرضها للرطوبة الموجودة بالجو ثم توزن و ليكن وزنها (m_2).

٢-٢-٧- النتائج

يتم حساب النسبة المئوية لامتصاص الركام الصغير للماء (β) من المعادلة التالية:

$$\beta = 100 * (m_1 - m_2) / m_2$$

حيث:

m_1 : وزن العينة المبتل

m_2 : وزن العينة الجاف

٢-٣-٨ حدود القبول أو الرفض

يعتبر الركام الصغير مقبولا للاستخدام فى الخرسانة إذا لم تزد النسبة المئوية للمنتصا ص بالوزن عن ٢ % وذلك طبقا لمشروع المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩ - ١٩٩٢.

٢-٣-٩ التقرير

يحتوى التقرير على المعلومات التالية:

- مصدر العينة.
- مدى تواجد الرطوبة بالعينة عند استلامها.
- وزن العينة.
- نتائج الاختبار (تعطى نتائج الامتصاص لأقرب ٠,١ %).

٢-٣-١٠ المراجع

المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩ - ١٩٧١ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C 128

Test method for specific gravity and absorption of fine aggregate.

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C 70

Test mehtod for surface moisture in fine aggregate

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C125

Terminology relating to concrete and concrete aggregate

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C 566

Test method for total moisture content of aggregate by drying

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C 702

Practive for reducing field samples of aggregate to testing Size

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM D 75

Practice for sampling aggregate

٢-٤ اختبار تعيين الوزن النوعى الظاهرى للركام

APPARENT SPECIFIC GRAVITY OF AGGREGATE

٢-٤-١ عام

يعين هذا الاختبار الوزن النوعى الظاهرى للركام الصغير أو الكبير على أساس وزن الركام المشبع ذى السطح الجاف .

٢-٤-٢ الهدف

- ١ - الوزن النوعى الظاهرى هو الخاصية التى تستخدم - عامة - لحساب الحجم الذى يشغله الركام فى خلطات مختلفة محتوية على ركام ومتضمنة خرسانة الأسمنت البورتلاندى أو الخرسانة البيتومينية وأى خلطات مصممة أو محللة على أساس الحجم المطلق .
- ٢ - يتعلق الوزن النوعى الظاهرى للركام بالكثافة النسبية للمادة الصلبة (الجامدة) المكونة له وغير محتوية بداخلها على الفراغات التى يمكن وصول ماء إليها .

٢-٤-٣ تعريفات

الوزن النوعى الظاهرى للركام الصغير أو الكبير هو ناتج قسمة وزن الركام الجاف على وزن الماء المساوى له فى الحجم (وزن الماء المزاح) .

٢-٤-٤ الأجهزة

١ - الميزان

ميزان أو مقياس ذو سعة ١ كجم أو أكثر حساس لدرجة ٠,١ جم أو أقل ودقيق فى حدود ٠,١% من حمل الاختبار عند أى نقطة خلال مدى الاستعمال فى الاختبار . بمعنى أنه خلال أى مدى ١٠٠ جم من حمل الاختبار يكون الاختلاف بين القراءات دقيقاً فى حدود ٠,١ جم .

٢ - مقياس الكثافة النوعية

قارورة أو أى وعاء مناسب يمكن وضع عينة الاختبار من الركام الصغير (الناعم) داخلها ويمكن فيها إعادة تشكيل حجم العينة فى حدود $\pm ٠,١$ سم^٣ . ويكون حجم الوعاء المملوء للعلامة أكبر من ٥٠% على الأقل من الحجم المطلوب لوضع عينة الاختبار قارورة حجمية ذات سعة ٥٠٠ سم^٣ أو وعاء مثبت به مقياس النقل النوعى من أعلى كافياً لعينة اختبار بوزن ٥٠٠ جم من الركام الناعم (الصغير) . تستخدم قارورة كافية لعينة اختبار بوزن حوالى ٥٥ جم .

٢-٤-٥ العينات

يكون الركام المستخدم فى هذا الاختبار مغسولاً بالماء ، خالياً من الأتربة .

٢-٤-٦ خطوات الاختبار

٢-٤-٦-١ إجراء الاختبار للركام الصغير

١ - تجفف العينة (لا تتعدى ١٠٠ جرام) فى فرن متهوى درجة حرارته تتراوح بين ١٠٠-١١٠ درجة مئوية ثم تبرد العينة فى مجفف وتوزن وتعاد عملية التجفيف والتبريد والوزن عدة مرات إلى أن يثبت الوزن وليكن (W) .

٢ - يسكب ماء درجة حرارته بين ١٥-٢٥ مئوية فى قنينة ذات رقبة مدرجة تدريجاً قياسياً ، مثل زجاجة (لوشاتليه) بحيث يصل إلى صفر التدريج أو يعلو إلى أى علامة مناسبة على الجزء المدرج من القنينة، وتسجل قراءة التدريج ثم يضاف الركام الصغير (W) إلى داخل القنينة، ويترك مغسوراً لمدة ساعة مع إزالة فقائيع الهواء الموجودة وذلك بطرق القنينة طرقات خفيفاً فوق قطعة من اللباد أو بأى طريقة أخرى كما يجب اتخاذ الحيطة لضمان بقاء جدار الجزء المدرج من القنينة جافاً وبعد ساعة من إضافة الركام الصغير تسجل القراءة الثانية فيكون الفرق بين القراءتين هو حجم الركام وليكن (V) .

٢-٤-٦-٢ إجراء الاختبار للركام الكبير

١ - تغمر العينة (٢ كيلو جرام تقريباً) فى ماء درجة حرارته (١٥-٢٥) مئوية لمدة ٢٤ ساعة ثم تؤخذ الحبيبات من الماء ويجفف سطحها بقطعة قماش مبللة بالماء .

٢ - تصب كمية معلومة الحجم من الماء فى وعاء معلوم السعة وليكن (V₁) إلى ما يقرب من منتصفه ثم تضاف حبيبات الركام إلى الوعاء لئلا نصفه تقريباً ثم تضاف كمية أخرى من الماء إلى أن يمتلئ الوعاء تماماً ويعين حجم الماء المستعمل جميعه وليكن (V₂) .

٣ - ترفع العينة من الماء وتجفف فى فرن متهوى درجة حرارته تتراوح بين ١٠٠-١١٠ درجة مئوية ثم تبرد فى مجفف وتوزن وتعاد عملية التجفيف والتبريد والوزن عدة مرات إلى أن يثبت الوزن وليكن (ا) .

٢-٤-٧ النتائج

١ - الوزن النوعى الظاهرى للركام الصغير $\frac{W}{V}$ ٢ - الوزن النوعى الظاهرى للركام الكبير $\frac{W}{V_1 - V_2}$

٢-٤-٨ حدود القبول والرفض

يرجع إلى جدول (٢-٤-١) للاسترشاد بالمدد المعتادة للوزن النوعى الظاهرى .

٢-٤-٩ التقرير

- يبين نتائج الوزن النوعى إلى أقرب ٠.٠١ .
- يبين إذا ما كان الركام الصغير (الناعم) مختبراً فى حالة رطوبة طبيعية غير التجفيف بالفرن ومغموراً لمدة ٢٤ ساعة أو الإجراءات المستخدمة لمنع التجفيف قبل الاختبار .

٢-٤-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية ١١٠١ - ١٩٧١ (ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية)
- اختبار رقم (٢-١) : طرق أخذ عينات الركام .
- اختبار رقم (٢-٤) : اختبار تعيين الوزن الحجمى والنسبة المئوية للفراغات .
- اختبار رقم (٢-١٠) : اختبار تعيين الزيادة الحجمية للركام الصغير

جدول رقم (٢-٤-١) الوزن النوعى الظاهرى للركام

نوع الركام	حدود الوزن النوعى الظاهرى
الرمال	٢,٥٠ - ٢,٧٥
الزلط	٢,٥٠ - ٢,٧٥
الحجر الجبرى الصلب	٢,٦٠ - ٢,٧٠
الجرانيت	٢,٦٠ - ٢,٨٠
البازلت	٢,٦٠ - ٢,٨٠

٢-٥ اختبار تعيين الوزن الحجمى والنسبة المئوية للفراغات للركام

TEST METHOD FOR DETERMINATION OF BULK DENSITY (VOLUMETRIC WEIGHT) AND PERCENTAGE OF VOIDS FOR AGGREGATE

٢-٥-١ عام

- تصف طريقة الاختبار خطوات تعيين الوزن الحجمى والنسبة المئوية لفراغات الركام.
- يستلخص الاختبار فى تعيين وزن الركام الذى يملأ وعاء معلوم الحجم ومنه يتم تعيين الوزن الحجمى للركام. كما يمكن حساب النسبة المئوية للفراغات بين حبيبات الركام بمعلومية كل من الوزن الحجمى والوزن النوعى الظاهرى للركام.

٢-٥-٢ الهدف

- يحدد تعيين الوزن الحجمى عند تحويل حجم معين من الركام الى الوزن المكافئ له أو العكس.
- يمكن حساب النسبة المئوية للفراغات بين حبيبات الركام بمعلومية كل من الوزن الحجمى والوزن النوعى الظاهرى للركام.

٢-٥-٣ تعريفات

- الوزن الحجمى هو ناتج قسمة وزن الركام على الحجم الذى يشغله.
- النسبة المئوية للفراغات هى النسبة بين حجم الفراغات الموجودة بين حبيبات الركام وبين الحجم الكلى الذى يشغله الركام.

٢-٥-٤ الأجهزة

- وعاء معدنى أسطوانى الشكل ذو مقابض سعته ومقاساته كما هو مبين بالجدول رقم (٢-٥-١). ويجب أن يكون الوعاء متينا حتى يحتفظ بشكله مع الاستعمال المتكرر مع التحقق من سعته وذلك بتعيين وزن الماء الذى يملأ تماما عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية.
- ميزان حساسيته لا تقل عن ٠,٥ % من وزن عينة الاختبار.
- قضيب دمك معدنى مستقيم بقطر حوالى ١٥ مم وطول لا يقل عن ٥٠٠ مم ، وأن يكون أحد طرفيه مخروطى الشكل ينهاية مستديرة بطول ٢٥ مم.

٢-٥-٥ العينات

- تحضر عينة الاختبار بتجزئة العينة الكلية طبقا لطرق أخذ عينات الركام (اختبار رقم ٢-١)
 - يجرى الاختبار غالبا على ركام جاف كما يمكن إجراؤه على ركام يحتوى على أى نسبة مئوية من الرطوبة وتحدد حالة الركام وقت إجراء الاختبار كما يلى:
 - ركام تم تجفيفه عند درجة ١٠٠ - ١١٠ درجة مئوية حتى ثبوت الوزن
 - ركام مشبع بالماء وسطحه جاف (انظر ملحوظة رقم ١)
 - ركام به نسبة مئوية محددة من الرطوبة
- ملحوظة رقم ١: يمكن الوصول الى حالة الركام المشبع وسطحه جاف بإضافة كمية الماء اللازمة للوصول الى حالة التشبع والتي سبق تعيينها فى اختبار تعيين النسبة المئوية للامتصاص للركام (اختبار رقم ٢-٣) ثم يترك الركام فى وعاء مغطى لمدة ٣٠ دقيقة قبل استخدامه فى الاختبار.

٢-٥-٦ خطوات الاختبار

- ١- يتم اختيار الوعاء المناسب من جدول رقم (٢-٥-١) حسب المقاس الاعتبارى الأكبر للركام والذى يمكن تعيينه من اختبار التحليل بالمناخل للركام (اختبار رقم ٢-٢) وليكن حجمه V_1
- ٢- يوزن الوعاء فارغا وجافا ونظيفا وليكن وزنه W_1
- ٣- يملأ الوعاء بالركام المدموك أو غير المدموك كما يلى:
 - أ- الركام المدموك: يملأ الوعاء لثلثه بالركام المخلوط خلطا جيدا ويدمك بقضيب الدمك ٢٥ مرة ثم يضاف مقدار آخر مساو له فى الكمية ويدمك ٢٥ مرة أخرى وبعد ذلك يملأ الوعاء لأكثر من سعته ويدمك ٢٥ مرة .
 - ب- الركام غير المدموك: يملأ الوعاء لأكثر من سعته بواسطة جاروف من ارتفاع لا يزيد على ٥ سنتيمترات أعلى الوعاء ويجب اتخاذ العناية الكافية لمنع انفصال الحبيبات ذات المقاسات المختلفة المكونة لعينة الاختبار.
 - ٤- يزال الركام الزائد عن سعة الوعاء باستعمال قضيب الدمك كمسطرة تسوية.
 - ٥- يعين وزن الوعاء بما فيه من ركام وليكن وزنه W_2 .
 - ٦- يكرر الاختبار ثلاث مرات على الأقل ثم يؤخذ متوسط النتائج.

جدول رقم (٢-٥-١) - مقاسات أوعية تعيين الوزن الحجمى للركام

مقاسات الوعاء (مم)	سعة الوعاء (لتر)	المقاس الاعتبارى الأكبر للركام (مم)	
		الارتفاع الداخلى	تخانة الجدار
٥,٤	٣٠	٢٩٣,٦	أكبر من ٤٠
٤,١	١٥	٢٨٢,٤	من ٤٠ حتى ٥
٣,٠	٣	١٥٨,٩	أصغر من ٥

٢-٥-٧ النتائج

١- يتم حساب الوزن الحجمى للركام كما يلى:

$$\gamma = \frac{W_2 - W_1}{V_1}$$

حيث:

 γ = الوزن الحجمى للركام W_1 = وزن الوعاء فارغاً W_2 = وزن الوعاء بما فيه من ركام V_1 = حجم الوعاء

٢- يمكن حساب النسبة المئوية للفراغات بين حبيبات الركام كما يلى:

$$V\% = \left(\frac{\rho \cdot \gamma_w - \gamma}{\rho \cdot \gamma_w} \right) \cdot 100$$

حيث:

 $V\%$ = النسبة المئوية للفراغات بين حبيبات الركام ρ = الوزن النوعى الظاهرى لحبيبات الركام كما تم تعيينها فى اختبار تعيين الوزن

النوعى الظاهرى للركام (اختبار رقم ٢-٤)

 γ_w = كثافة الماء = ١ طن/م^٣ γ = الوزن الحجمى للركام (طن/م^٣)

٢-٥-٨ حدود القبول أو الرفض

- لا توجد حدود قبول أو رفض لهذا الاختبار حيث أنه لا يعتبر اختبار صلاحية ولكن يجرى بهدف تعيين خاصية الركام .

٢-٥-٩ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

أ- المعلومات

- اسم معمل الاختبار وعنوانه
- اسم العميل
- تاريخ ورود العينة
- تاريخ إجراء الاختبار
- المواصفات القياسية المتبعة
- توصيف العينة
- طريقة وظروف حفظ العينات
- توقيعات المسؤولين عن إجراء الاختبار واعداد التقرير واعتماد (الفنى-المهندس-المتبر)

ب- النتائج

- الحسابات
- نتائج الاختبار

٢-٥-١٠ المراجع

المواصفات القياسية المصرية (م.ق.م) ١١٠٩-١٩٧١ * ركّام الخرسانة من المصادر الطبيعية*

٢-٦ اختبار تعيين محتوى الفراغات بين حبيبات الركام الصغير غير المدموك

(تأثير شكل الحبيبات، حالة السطح للحبيبات و التدرج)

TEST METHOD FOR UNCOMPACTED VOID CONTENT OF FINE AGGREGATE (AS INFLUENCED BY PARTICLE SHAPE, SURFACE TEXTURE, AND GRADING)

٢-٦-١ عام

يفيد هذا الاختبار فى معرفة محتوى الفراغات بين حبيبات الركام الصغير غير المدموك والذى يعطى دلالة لمدى زاوية أو كروية حبيبات الركام وكذلك حالة سطح الحبيبات بالمقارنة بركام آخر له نفس التدرج، أيضاً تعيين هذه القيمة لركام بتدرجه الطبيعى يعطى دلالة عن مدى تأثير الركام الصغير على قابلية التشغيل للخلطات الخرسانية المستخدم فيها هذا الركام.

٢-٦-٢ الهدف

تعيين محتوى الفراغات بين حبيبات الركام الصغير غير المدموك ، وتوجد ثلاث طرق لتعيين هذه القيمة:

الطريقة الأولى (أ) - ركام ذو تدرج قياسى

يستخدم فى هذه الطريقة ركام صغير ذو تدرج قياسى ناتج من خلط مقاسات مختلفة من الركام الصغير بنسب محددة ، ويتم الحصول على هذه المقاسات المختلفة من إجراء اختبار التحليل بالمناخل لعينة الركام الصغير المراد اختبارها.

الطريقة الثانية (ب) - مقاسات محددة من الركام

يستخدم فى هذه الطريقة ثلاثة مقاسات محددة من الركام الصغير والتي يتم الحصول عليها من اختبار التحليل بالمناخل لعينة الركام ويتم اختبار كل مقاس على حدة ، والمقاسات هي:

- من ٢.٣٦ مم حتى ١.١٨ مم

- من ١.١٨ مم حتى ٠.٦٠٠ مم

- من ٠.٦٠٠ مم حتى ٠.٣٠٠ مم

الطريقة الثالثة (ج) - الركام بتدرجه الطبيعى

يستخدم فى هذه الطريقة الركام الصغير بحالته الطبيعية المتواجد عليها ، وتستخدم كل المقاسات الأصغر من ٥ مم.

تتأثر قيمة محتوى الفراغات المعين بالطريقتين (أ ، ب) والمستخدم فيهما عينات قياسية من حيث التدرج بشكل الحبيبات وحالة سطح حبيبات الركام ، وتكل أى زيادة فى محتوى الفراغات المعين فى هذه الحالة على زيادة زاوية حبيبات الركام وقلة كروية الحبيبات أو زيادة خشونة سطح الحبيبات أو كلاهما معاً. ولا يرتبط محتوى الفراغات المعين بالطريقة (أ) بقيمة محتوى الفراغات المعين بالطريقة (ب) عن طريق حساب متوسط قيمة محتوى الفراغات للمقاسات الثلاثة المحددة فى الطريقة (ب) ، ولذلك يمكن استخدام إحدى الطريقتين كمقياس نسبى لشكل وحالة سطح حبيبات الركام ولا بد من ذكر أى طريقة استخدمت للحصول على القيمة المعينة.

يتأثر محتوى الفراغات المعين باستخدام الطريقة (ج) والمستخدم فيها الركام بحالته الطبيعية بتدرج الركام بالإضافة إلى شكل وحالة سطح الحبيبات ، وهذه القيمة تفيد فى اختيار نسب المكونات المستخدمة فى الخلطات المختلفة ، وزيادة محتوى الفراغات فى هذه الحالة يدل على أن الخلطة يمكن تحسينها بإضافة مواد ناعمة فى الركام أو زيادة محتوى الأسمنت وذلك لملء الفراغات.

وفيد محتوى الفراغات المعين بالطرق المختلفة (أ ، ب ، ج) كدليل لخواص مختلفة مثل : محتوى ماء الخلط للخرسانة ، قابلية الانسياب وقابلية التشغيل والضح للمونة الأسمنتية أو الخرسانات البيتومينية ، نسبة الركام الصغير إلى الركام الكبير فى الخلطات الخرسانية.

٢-٦-٣ خطوات الاختبار

يتم تعيين محتوى الفراغات للركام غير المدمك عن طريق ملء وعاء اسطوانى معايير سعته ١٠٠ مليلتر بالركام المراد اختباره عن طريق قمع مثبت على ارتفاع ثابت من الوعاء ، وعند ملء الوعاء يسوى سطحه ويعين وزن الركام وبحسب محتوى الفراغات على أنه الفرق بين حجم الوعاء والحجم المطلق لحبيبات الركام التى ملأت الوعاء ، وتستخدم قيمة الوزن النوعى للركام الجاف فى حساب الحجم المطلق لحبيبات الركام.

- ١- بالنسبة للطريقتين (أ ، ج) يتم حساب محتوى الفراغات مباشرة ويتم أخذ متوسط تجربتين.
- ٢- بالنسبة للطريقة (ب) يتم حساب متوسط محتوى الفراغات من النتائج التى تم الحصول عليها للثلاث مقاسات المحددة.

٢-٦-٤ الأجهزة

١- مكسال أسطوانى معدنى سعته ١٠٠ مليلتر تقريباً، قطره الداخلى ٣٩ مم والارتفاع الداخلى ٨٦ مم، قاعدة المكسال ذات تخانه لا تقل عن ٦ مم وتثبت جيداً مع الوعاء الأسطوانى ومزودة بوسيلة للتأكد من انطباق مركز محور المكسال مع محور القمع كما فى الشكل رقم (٢-٦-٤).

٢- قمع معدنى سطحه الداخلى مصقول، زاوية ميل الرأس 60 ± 4 درجات على الأفقى ، فتحة القمع ذات قطر ١٢,٧ مم $\pm 0,6$ مم ، ارتفاع القمع ٣٨ مم ، وحجم القمع لا يقل عن ٢٠٠ مليلتر أو يزود بزجاجة معدنية أو زجاجة إضافية لكى يكون له الحجم المطلوب كما فى الشكل رقم (٢-٦-٤).

٣- حامل معدنى ذو أربعة أو ثلاثة أرجل لحمل وتثبيت القمع جيداً بحيث يكون محور القمع الرأسى منطبقاً مع محور المكسال الأسطوانى وبحيث تكون فتحة القمع على ارتفاع 115 ± 2 مم من الحرف العلوى للمكسال كما فى الشكل رقم (٢-٦-٤).

٤- لوح زجاجى مربع طول ضلعه ٦٠ مم و تخانه لا تقل عن ٤ مم لمعايرة المكسال الأسطوانى.

٥- صينية معدنية أو بلاستيك تكفى لوضع المكسال والحامل والقمع بداخلها لمنع فقدان أى جزء من العينة أثناء الاختبار كما فى الشكل رقم (٢-٦-٤).

٦- مكين معدنى طوله ١٠٠ مم وعرضه ٢٠ مم ذو أحرف مستقيمة ونهايته ذات زوايا متعامدة ويستخدم لإزالة الركام الزائد من على سطح المكسال.

٧- ميزان حساس لا تقل قدرته عن ٣ كجم وحساسيته عن ٠,١ جرام.

٨- فرن مهبوى حرارته ١٠٠-١١٠ درجة مئوية.

٩- أوعية محكمة الغلق لحفظ عينات الركام لا يقل حجمها عن ٢٠٠ م لتر.

٢-٦-٥ عينة الاختبار

١- تحضر عينات الركام المستخدمة فى الاختبار من عينات اختبار التحليل بالمناخل كما فى اختبار رقم (٢-٢). بالنسبة للطريقتين (أ ، ب) يتم غسل العينة على المنخل القياسى ٠,١٥٠ مم ثم تجفف العينة فى الفرن حتى يثبت وزنها ثم تنخل على المناخل القياسية كما فى اختبار التحليل بالمناخل (اختبار رقم ٢-٢) ثم يحفظ كل مقياس من العينة الجافة على حدة فى وعاء

مفلق حتى الاختبار ، بالنسبة للطريقة (ج) يتم تجفيف العينة حتى يثبت وزنها وتحفظ كما هي بدون فصل المقاسات المختلفة.

٢- بالنسبة للطريقة (أ) - الركام ذو تدرج قياسي

يتم وزن الكميات التالية من المقاسات المختلفة من الركام ثم يتم خلطها جيداً مع بعضها

مقاس الحبيبات	الوزن (جرام)
٢,٣٦ مم حتى ١,١٨ مم	٤٤
١,١٨ مم حتى ٠,٦٠٠ مم	٥٧
٠,٦٠٠ مم حتى ٠,٣٠٠ مم	٧٢
٠,٣٠٠ مم حتى ٠,١٥٠ مم	٧٧
الوزن الكلى	٢٥٠

والتفاوت المسموح به فى الأوزان هو $\pm ٠,٢$ جرام.

٣- بالنسبة للطريقة (ب) - مقاسات محددة من الركام

يتم تجهيز ١٩٠ جرام من المقاسات المحددة من الركام الجاف ولا يتم خلطها ويختبر كل

مقاس على حدة.

مقاس الحبيبات	الوزن (جرام)
٢,٣٦ مم حتى ١,١٨ مم	١٩٠
١,١٨ مم حتى ٠,٦٠٠ مم	١٩٠
٠,٦٠٠ مم حتى ٠,٣٠٠ مم	١٩٠
والتفاوت المسموح به فى الأوزان هو ± ١ جرام.	

٤- بالنسبة للطريقة (ج) - الركام بتدرجه الطبيعى

تُنخل العينة الجافة من الركام على المنخل القياسى ٥ مم ويتم تجهيز ١٩٠ جرام ± ١ جرام

من الركام المار من المنخل القياسى ٥ مم للاستخدام فى الاختبار.

٢-٦-٢ خطوات الاختبار

١- إذا كان الوزن النوعى للركام الجاف غير معلوم فإنه يجب تعيينه قبل البدء فى إجراء اختبار

محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك ، ويتم تعيين الوزن النوعى على حبيبات

الركام التى تمر من المنخل القياسى ٥ مم وذلك طبقاً للاختبار رقم (٢-٤) ، وتستخدم هذه

القيمة فى الحسابات، وفى حالة اختلاف قيمة الوزن النوعى لبعض المقاسات من الركام بأكثر

من ٠,٠٥ عن الوزن النوعى للركام كله فإنه يجب تعيين الوزن النوعى لكل مقاس على حدة

وذلك عند إجراء الاختبار بالطريقة (ب).

٢- تتم معايرة المكىال الاسطوانى قبل البدء فى إجراء الاختبار وذلك بوضع طبقة رقيقة من الشحم على الحافة العلوية للمكىال الجاف ، ثم يوزن المكىال بعد وضع طبقة الشحم مع اللوح الزجاجى ، يملأ المكىال بماء مغلى حديثاً بعد تبريده وتكون درجة حرارة الماء من ١٨ حتى ٢٤ درجة مئوية ، تسجل درجة حرارة الماء ويغطى المكىال باللوح الزجاجى بحيث لا يحجز أسفله أية فقاعات هواء. يجفف السطح الخارجى للمكىال ثم يعين وزن المكىال المملوء بالماء والمغطى باللوح الزجاجى ، بعد تجفيف المكىال وإزالة طبقة الشحم الرقيقة يعين وزن المكىال الجاف للتظيف الفارغ لاستخدامه فى الحسابات فيما بعد فى الاختبارات، و يحسب حجم المكىال لأقرب ٠,١ مليلتر كما يلى:

$$V = (M \times 1000) / D$$

حيث أن :

V = حجم المكىال (مليلتر)

M = وزن الماء الذى يملأ المكىال (جرام)

D = كثافة الماء (كجم/م^٣) طبقاً لدرجة حرارة الماء

٣- تخلط عينة الاختبار جيداً بواسطة السكين المعدنى حتى تصبح متجانسة.

٤- يوضع القمع فى الحامل الخاص به ويوضع المكىال أسفل القمع بحيث ينطبق محور القمع مع المحور الرأسى للمكىال كما فى الشكل رقم (٢-٦-٢).

٥- يستخدم الإبهام فى غلق فتحة القمع ثم توضع عينة الاختبار داخل القمع ويسوى سطحها بواسطة السكين المعدنى.

٦- يتم إزالة الإبهام من على فتحة القمع ويسمح للعينة بالسقوط الحر داخل المكىال.

٧- عندما يفرغ القمع يتم إزالة الركام الزائد من على سطح المكىال وتسوية سطح الركام مع حافة المكىال بواسطة السكين المعدنى وبحيث يكون سطح السكين ملائماً لمساً خفيفاً لحافة المكىال.

٨- يجب العناية بعدم تعريض المكىال أثناء تسوية سطح الركام لأية اهتزازات والذى يسبب دمك العينة داخل المكىال ، بعد التسوية يمكن أن يهز المكىال و أن يحدث دمك للعينة بداخله ، يتم تنظيف السطح الخارجى للمكىال بواسطة فرشاة من أى حبيبات ركام علفت به.

٩- يتم وزن المكىال وعينة الركام لأقرب ٠,١ جرام.

١٠- يتم الحفاظ على عينة الركام لإجراء التجربة مرة ثانية.

١١- يتم خلط عينة الركام جيداً ثم يعاد الاختبار مرة أخرى باتباع الخطوات من ٣ حتى ٩.

٧-٦-٢ حساب النتائج

١- يتم حساب محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك كما يلى:

محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك كما يلى:

$$U = [V - (F/G)] \times 100 / V$$

حيث أن :

U = محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك (%)

V = حجم المكىال (مليلتر).

F = وزن الركام الذى ملء المكىال (جرام).

G = الوزن النوعى للركام.

٢- بالنسبة للطريقة (أ) المستخدم فيها ركام ذو تدرج قياسى يتم حساب متوسط محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك من التجريبتين.

٣- بالنسبة للطريقة (ب) المستخدم فيها مقاسات محددة من الركام يتم حساب محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك لكل مقاس على حدة كما يلى:

U_1 = محتوى الفراغات بين حبيبات الركام بين المنخل القياسى ٢.٣٦ مم و ١.١٨ مم.

U_2 = محتوى الفراغات بين حبيبات الركام بين المنخل القياسى ١.١٨ مم و ٠.٦٠٠ مم.

U_3 = محتوى الفراغات بين حبيبات الركام بين المنخل القياسى ٠.٦٠٠ مم و ٠.٣٠٠ مم.

ويكون محتوى الفراغات (U_m) لعينة الركام مستخدماً نتيجة الثلاث مقاسات هو:

$$U_m = (U_1 + U_2 + U_3)/3$$

حيث أن؛

U_m = محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك لعينة الركام المستخدمة

٤- بالنسبة للطريقة (ج) المستخدم فيها ركام بتدرجه الطبيعى يتم حساب متوسط محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك من التجريبتين.

٨-٦-٢ حدود القبول والرفض

لا توجد حدود للقبول أو الرفض لهذا الاختبار.

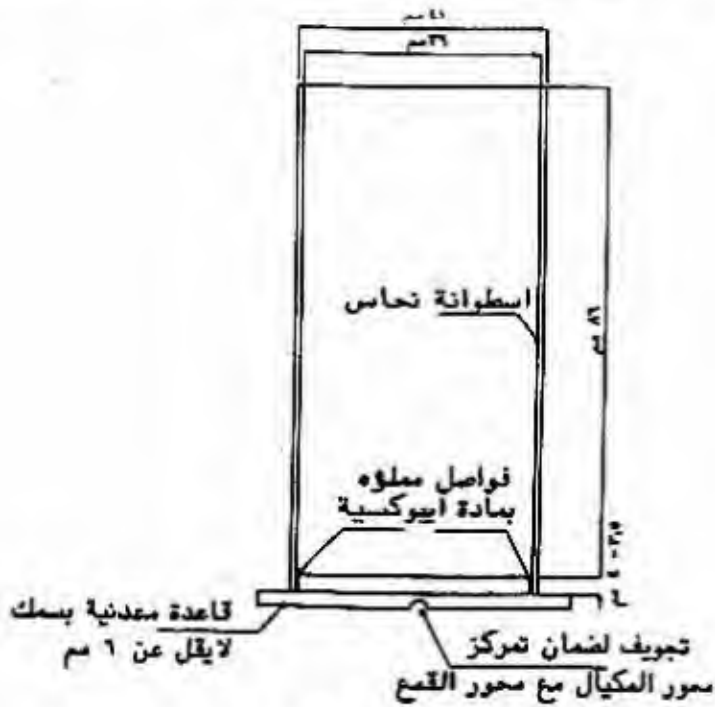
٩-٦-٢ التقرير

- يجب ذكر الطريقة المستخدمة لتحديد محتوى الفراغات بين حبيبات الركام غير المدموك.

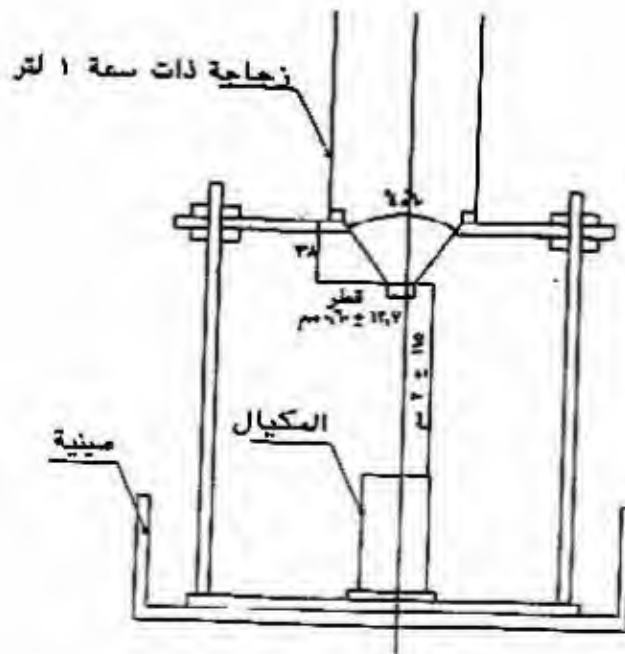
- بالنسبة للطريقة (أ) يتم ذكر متوسط النتيجةين لأقرب ٠,١% وكذلك قيمة الوزن النوعى المستخدم فى الحسابات.
- بالنسبة للطريقة (ب) يتم ذكر محتوى الفراغات بين حبيبات الركام لكل مقياس على حدة لأقرب ٠,١% وكذلك محتوى الفراغات بين حبيبات عينة الركام ككل المحسوبة لأقرب ٠,١% ، أيضاً يتم ذكر قيمة الوزن النوعى للركام ككل أو لكل مقياس على حدة والمستخدم فى الحسابات.
- بالنسبة للطريقة (ج) يتم ذكر متوسط النتيجةين لأقرب ٠,١% وكذلك قيمة الوزن النوعى المستخدم فى الحسابات.

٢-٦-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية الأمريكية (ASTM C-1252-93) اختبار تعيين محتوى الفراغات بين حبيبات الركام الصغير غير المدموك*
- اختبار الوزن النوعى الظاهرى للركام (اختبار رقم ٢-٤).
- اختبار الوزن الحجمى والنسبة المئوية للفراغات للركام (اختبار رقم ٢-٥).
- اختبار لتحليل بالمناخل للركام (اختبار رقم ٢-٢).
- اختبار تعيين نسبة الطين والمواد الناعمة بالركام بالوزن (اختبار رقم ٢-١١).



شكل رقم (٢-٦-٢) المكيال الاسطوانى



شكل رقم (٢-٦-٢) وضع القمع والمكيال أثناء الاختبار

٢-٧ اختبار تعيين معامل العسوية للركام الكبير

ELONGATION INDEX OF COARSE AGGREGATE

١-٢-٧ عام

هذه الطريقة مبنية على أساس تصنيف حبيبات الركام العسوية و ذلك عندما يكون طولها (أكبر طول) أكثر من ١,٨ من المقاس المتوسط لها (يؤخذ كمتوسط مقاس المنخلين المحصور بينهما الركام المختبر). يتم تعيين معامل العسوية للركام بفصل الحبيبات العسوية و تعيين نسبة وزنها إلى وزن عينة الركام الكلية. لا يطبق هذا الاختبار على المواد المارة من منخل ٦,٣ مم أو المحجوزة على منخل ٥٠ مم و ذلك طبقا للمواصفات البريطانية.

٢-٢-٧ الهدف

يهدف هذا الاختبار الى تعيين معامل العسوية للركام الكبير.

٣-٢-٧ تعريفات

معامل العسوية:

يعرف بأنه النسبة الوزنية للركام الذى يزيد طول حبيباته على ١,٨ مرة المقاس المتوسط و ذلك منسوباً الى وزن عينة الركام الكلى.

٤-٢-٧ الأجهزة

- مقياس طول معدنى كما هو موضح بشكل رقم (١-٢-٧).
- مناخل قياسية طبقاً للجدول رقم (٢-٢-٧).
- ميزان ذو دقة تصل الى ٠,٥ % من وزن عينة الاختبار.
- فرن به تهوية يتم التحكم فى درجة الحرارة لضبطها عند درجة حرارة 105 ± 5 درجة مئوية.
- هزاز ميكانيكى للمناخل (اختيارى).
- مجموعة من الأوعية ذات مقاسات مناسبة يمكن أن تتحمل الحرارة داخل الفرن بدون خسائر.

٢-٧-٢ العينات

يتم تحضير العينة اللازمة للاختبار باستخدام طريقة التقسيم الرباعي حتى تصل الى عينة اختبار تحقق المتطلبات المبينة بجدول رقم (٢-٧-١) مع استبعاد حبيبات الركام المحجوزة على منخل ٥٠ مم و المارة من منخل ٦.٣ مم. تجفف الأجزاء المختبرة بالتسخين حتى درجة حرارة 105 ± 5 درجة مئوية حتى تصل الى وزن جاف ثابت. يترك الجزء المختبر حتى يبرد ثم يعين وزنه.

٢-٧-٢ خطوات الاختبار

- ١- يتم إجراء عملية تحليل بالمناخل لعينة الاختبار مع استخدام المناخل القياسية المبينة بجدول رقم (٢-٧-٢).
- ٢- يتم تعيين الوزن الجاف لكل جزء محجوز من العينة على المناخل القياسية عدا المحجوز على منخل ٥٠ مم. ثم يوضع كل جزء بوعاء خاص به مع تسجيل المقاس الخاص بكل جزء على الوعاء.
- ٣- من خلال مجموع الأوزان لكل الأجزاء بالأوعية (M1) يتم حساب النسبة المئوية للمحجوز على كل منخل ويتم استبعاد أى جزء لا تزيد النسبة المئوية للمحجوز له على ٥ % من الوزن الكلى للعينة. ثم يتم تسجيل الوزن المتبقى بعد تلك المرحلة و ليكن (M2).
- ٤- يتم اختبار طول حبيبات الركام و ذلك باختيار طول القياس المناظر لكل مقياس من أجزاء الركام المختبر (انظر جدول رقم ٢-٧-٣). ثم تختبر كل حبة على حدة يدويا. الحبيبات العسوية هي تلك الحبيبات ذات الطول الذى يمنع مرورها من خلال المقياس.
- ٥- يتم تجميع جميع الحبيبات العسوية و يعين وزنها و ليكن (M3).

٢-٧-٢ النتائج

يتم حساب قيمة معامل العسوية (EI) من العلاقة

$$EI = 100 * M_3 / M_2$$

حيث:

- M_2 : مجموع أوزان أجزاء العينة التى لها أوزان أكبر من ٥ % من وزن عينة الاختبار.
 M_3 : وزن جميع الحبيبات العسوية.
ويتم التعبير عن معامل العسوية بأقرب رقم صحيح.

٨-٧-٢ حدود القبول أو الرفض

لا يزيد معامل العسوية عن ٢٥ % .

٩-٧-٢ التقرير

يجب أن ينص فى التقرير على أن معامل العسوية تم تعيينه طبقا لما هو وارد بهذا الاختبار، وإذا ما كان هناك شهادات خاصة بأخذ عينة الاختبار. و يجب أن يتضمن التقرير صوراً من جميع الشهادات الخاصة بعينة الاختبار إذا ما كانت متوفرة.

كما يجب أن يتضمن التقرير المعلومات الإضافية التالية:

أ - مصدر العينة.

ب - نتائج التحليل بالمناخل و المتحصل عليها من هذا الاختبار.

١٠-٧-٢ المراجع

BS 812 : Part 1 1975 المواصفات البريطانية

Sampling and testing of mineral aggregate sand and fillers

BS 812 : Section 105.2 : 1990 المواصفات البريطانية

Sampling and testing of mineral aggregate sand and fillers

جدول رقم (١-٧-٢) الحد الأدنى لوزن عينة الاختبار

أقل وزن للجزء المختبر بعد استبعاد الحبيبات الأكبر و الأقل من المقاس المطلوب (كجم)	المقاس الاعتبارى الأكبر للركام (مم)
١٥	٤٠
٥	٢٨
٢	٢٠
١	١٤
٠,٥	١٠

جدول رقم (٢-٧-٢) المناخل القياسية

مقاس المنخل (مم)
٥٠
٣٧,٥
٢٨,٠
٢٠,٠
١٤,٠
١٠,٠
٦,٣

جدول رقم (٢-٧-٣) بيانات تعيين معامل العسوية للركام

أقل وزن للجزء المختبر (كجم)	المسافة بين المسامير بمقياس الطول* (مم)	مقاس حبيبات الركام	
		مناخل الاختبار (مم)	
		١٠٠ % محجوز	١٠٠ % مار
٣٥	$٠,٣ \pm ٧٨,٧$	٣٧,٥	٥٠,٠
١٥	$٠,٣ \pm ٥٩$	٢٨,٠	٣٧,٥
٥	$٠,٣ \pm ٤٣,٢$	٢٠,٠	٢٨,٠
٢	$٠,٣ \pm ٣٠,٦$	١٤,٠	٢٠,٠
١	$٠,٢ \pm ٢١,٦$	١٠,٠	١٤,٠
٠,٥	$٠,٢ \pm ١٤,٧$	٦,٣	١٠,٠
* هذا المقاس يساوى ١,٨ مرة من متوسط مقاس المناخل			

٢-٨ اختبار تعيين معامل التفلطح للركام الكبير

FLAKINESS INDEX OF COARSE AGGREGATE

٢-٨-١ عام

هذه الطريقة مبنية على أساس تصنيف حبيبات الركام المفلطحة عندما يكون سمكها (أقل سمك) أقل من ٠,٦ من المقاس المتوسط لها (يؤخذ كمتوسط مقاس المتخلين المحصور بينهما الركام المختبر). يتم تعيين معامل التفلطح للركام بفصل الحبيبات المفلطحة و تعيين نسبة وزنها إلى وزن عينة الركام الكلية. لا يطبق هذا الاختبار على المواد العارة من منخل ٦,٣ مم أو المحجوزة على منخل ٦٣ مم و ذلك طبقاً للمواصفات البريطانية.

٢-٨-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تعيين معامل التفلطح للركام الكبير.

٢-٨-٣ تعريفات

معامل التفلطح:

يعرف بأنه النسبة الوزنية للركام الذى يقل سمك حبيباته عن ٠,٦ من المقاس المتوسط و ذلك منسوباً إلى وزن عينة الركام الكلى.

٢-٨-٤ الأجهزة

- مقياس سمك معدنى كما هو موضح بشكل رقم (٢-٨-١).
- مناخل قياسية طبقاً للجدول رقم (٢-٨-٢).
- ميزان أو موازين ذات سعة مناسبة تصل دقتها إلى ٠,١ % من وزن الأجزاء المختبرة من عينة الاختبار.
- فرن به تهوية يتم التحكم فى درجة الحرارة لضبطها عند درجة حرارة 100 ± 5 درجة مئوية.
- هزاز ميكانيكى للمناخل (اختيارى).
- مجموعة من الأوعية ذات مقاسات مناسبة يمكن أن تتحمل الحرارة داخل الفرن بنون خسائر.

٢-٨-٥ العينات

يتم تحضير العينة اللازمة للاختبار باستخدام طريقة التقسيم الربعى حتى تصل الى عينة اختبار تحقق المتطلبات الميينة بجدول رقم (٢-٨-١).

يتم تجفيف الأجزاء المختبرة بالتسخين حتى درجة حرارة 105 ± 5 درجة مئوية حتى تصل الى وزن جاف ثابت. يترك الجزء المختبر ليبرد ثم يعين وزنه.

٢-٨-٦ خطوات الاختبار

١ - يتم إجراء عملية تحليل بالمناخل لعينة الاختبار مع استخدام المناخل القياسية الميينة بجدول رقم (٢-٨-٢).

٢ - يتم تعيين الوزن الجاف لكل جزء من العينة محجوز على المناخل القياسية عدا المحجوز على منخل ٦٣ مم. ثم يوضع كل جزء بوعاء خاص به مع تسجيل المقاس الخاص بكل جزء على الوعاء.

٣ - من خلال مجموع الأوزان لكل الأجزاء بالأوعية (M_1) يتم حساب النسبة المئوية للمحجوز على كل منخل و يتم استبعاد أى جزء لا تزيد النسبة المئوية للمحجوز له عن ٥ % من الوزن الكلى للعينة. ثم يتم تسجيل الوزن المتبقى بعد تلك المرحلة و ليكن (M_2).

٤ - يتم اختبار مدى تفلطح حبيبات الركام و ذلك باختيار سمك القياس المناظر لكل مقياس من أجزاء الركام المختبر (انظر جدول رقم ٢-٨-٣). ثم نختبر كل حبة على حدة يدويا. الحبيبات المفلطحة هي تلك الحبيبات ذات السمك الذى يسمح بمرورها من خلال الفتحة المناسبة لمقاسها من مقياس التفلطح.

٥ - يتم تجميع جميع الحبيبات المفلطحة و يعين وزنها و ليكن (M_3).

٢-٨-٧ النتائج

يتم حساب قيمة دلالة التفلطح (FI) من العلاقة

$$FI = 100 * M_3 / M_2$$

حيث:

M_2 : مجموع أوزان أجزاء العينة التى لها أوزان أكبر من ٥ % من وزن عينة الاختبار

M_3 : وزن جميع الحبيبات المفلطحة

ويتم التعبير عن معامل التفلطح بأقرب رقم صحيح

٢-٨-٨ حدود القبول والرفض

لا يزيد معامل التقلطح عن ٢٥ % .

٢-٨-٩ التقرير

يجب أن يخلص في التقرير على أن معامل التقلطح تم تعيينه طبقاً لما هو وارد بالاختبار، وإذا ما كان هناك شهادات خاصة بأخذ عينة الاختبار. و يجب أن يتضمن التقرير صوراً من جميع الشهادات الخاصة بعينة الاختبار إذا ما كانت متوفرة.

كما يجب أن يتضمن التقرير المعلومات الإضافية التالية:

- مصدر العينة.

- نتائج التحليل بالمناخل و المتحصل عليها من هذا الاختبار.

٢-٨-١٠ المراجع

١- المواصفات القياسية البريطانية BS 812 : Section 105.1 : 1989

Sampling and testing of mineral aggregate sand and fillers

جدول رقم (٢-٨-١) الحد الأدنى لوزن عينة الاختبار

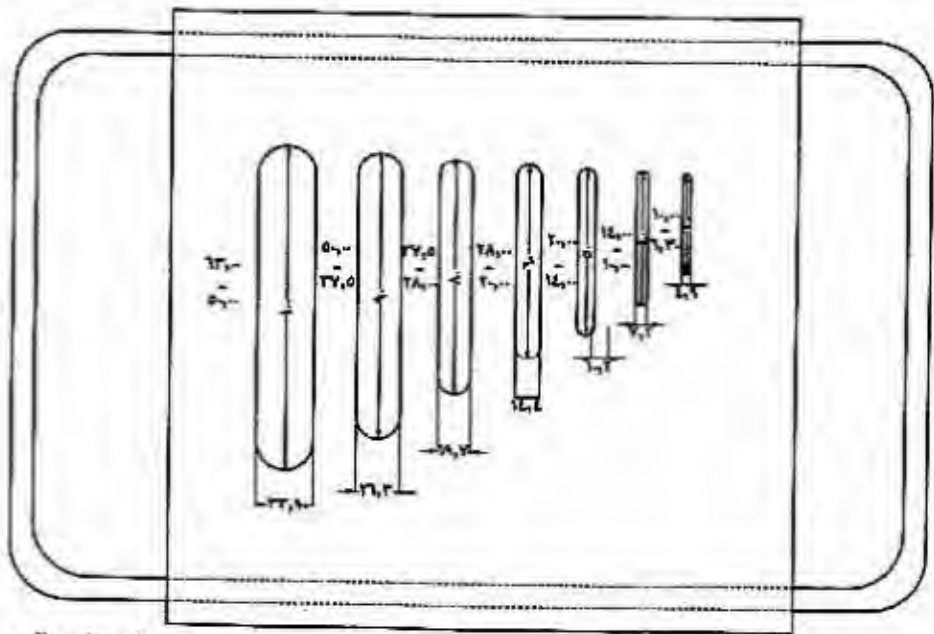
المقاس الاعتباري الأكبر للركام (مم)	أقل وزن للجزء المختبر بعد استبعاد الحبيبات الأكبر و الأقل من المقاس المطلوب (كجم)
٥٠	٣٥
٤٠	١٥
٢٨	٥
٢٠	٢
١٤	١
١٠	٠,٥

جدول رقم (٢-٨-٢) المناخل القياسية

مقاس المنخل (مم)
٦٣,٠
٥٠,٠
٣٧,٥
٢٨,٠
٢٠,٠
١٤,٠
١٠,٠
٦,٣

جدول رقم (٣-٨-٢): بيانات تعيين معامل التفلطح للركام

أقل وزن للجزء المختبر (كجم)	عرض الفتحة بمقاس التفلطح (مم)	مقاس حبيبات الركام	
		مناخل الاختبار (مم)	
		١٠٠ % محجوز	١٠٠ % مار
٥٠	$٠,٣ \pm ٣٣,٩$	٥٠,٠	٦٣,٠
٣٥	$٠,٣ \pm ٢٦,٣$	٣٧,٥	٥٠,٠
١٥	$٠,٣ \pm ١٩,٧$	٢٨,٠	٣٧,٥
٥	$٠,١٥ \pm ١٤,٤$	٢٠,٠	٢٨,٠
٢	$٠,١٥ \pm ١٠,٢$	١٤,٠	٢٠,٠
١	$٠,١ \pm ٧,٢$	١٠,٠	١٤,٠
٠,٥	$٠,١ \pm ٤,٩$	٦,٣	١٠,٠



جميع الأبعاد بالمم

شكل رقم (٢-٨-١) مقياس التفلطح

٩-٢ اختبار تعيين رقم الزاوية للركام الكبير

ANGULARITY NUMBER OF COARSE AGGREGATE

٩-٢-١ عام

يُعين رقم الزاوية بتعيين النسبة المئوية للفراغات بعينة من الركام الكبير بعد دمكها بطريقة قياسية. وتستخدم هذه الخاصية أساساً عند تصميم الخلطات الخرسانية و فى الأبحاث. وتعتبر الزاوية أو غياب استدارة حبيبات الركام هى خاصية هامة لأنها تؤثر على مدى سهولة نقل و تداول الخرسانة (قابليتها للتشغيل).

٩-٢-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار الى تعيين رقم يعبر عن مدى زاوية حبيبات الركام الكبير.

٩-٢-٣ تعريفات

يعرف رقم الزاوية بأنه مدى زيادة النسبة المئوية للفراغات بالركام الكبير عن ٣٣ % .
(حيث أن الركام المستدير أو الكروى الشكل و الذى له أقل زاوية وجد أن نسبة الفراغات به تساوى حوالى ٣٣ %).

٩-٢-٤ الأجهزة

- أسطوانة معدنية مغلقة من إحدى نهايتيها ذات حجم حوالى ٣ لتر، و قطرها و ارتفاعها متساويان و يساويان ١٥٠ مم.
- قضيب دمك ذو مقطع مستدير بقطر ١٦ مم و طول ٦٠٠ مم ذو نهاية مستديرة عند أحد طرفيه.
- ميزان ذو سعة ١٠ كجم و دقة ١ جم.
- جاروف معدنى بأبعاد حوالى ٢٠٠ مم × ١٢٠ مم × ٥٠ مم (أو سعة حوالى ١ لتر).
- مناخل قياسية من مقاس ٢٠ مم حتى مقاس ٥ مم.

٩-٢-٥ العينات

يتم تجهيز عينة الاختبار كما يلى:

١ - يجب أن تكون كمية الركام المتاحة كافية لتعطى بعد الفصل (على المناخل القياسية) على الأقل ١٠ كجم من المقاس المحدد كما هو محدد باختبار التحليل بالمناخل، و يجب أن تكون عينة الاختبار من الركام المحجوز بين زوج من المناخل القياسية التالية:

- ٢٠ مم ، ١٤ مم

- ١٤ مم ، ١٠ مم

- ١٠ مم ، ٦,٣ مم

- ٦,٣ مم ، ٥,٠ مم

٢ - يجفف الركام المستخدم فى الاختبار لمدة ٢٤ ساعة فى فرن مهيئ تصل درجة حرارته الى 10.5 ± 5 درجة مئوية ثم يسمح له أن يبرد فى مكان مغلق بعيد عن الرطوبة الجوية.

٢-٩-٦ خطوات الاختبار

١ - توزن الأسطوانة المعدنية فارغة، و تسجل قيمة الوزن.

٢ - يملأ الجاروف بعينة الركام ثم يفرغ فى الأسطوانة المعدنية من أقل ارتفاع ممكن.

٣ - يتم دمك الركام بالأسطوانة بعدد ١٠٠ طريقة من قضيب الدمك القياسى (يتم تطبيق كل طريقة بوضع قضيب الدمك رأسياً بحيث تكون المسافة بين نهايتى المستديرة و سطح عينة الركام حوالى ٥٠ مم ثم يسمح له بالسقوط تحت تأثير وزنه مع عدم التأثير بأى قوة عليه أثناء السقوط و يتم توزيع المائة طريقة على سطح عينة الركام).

٤ - يتم تكرار العمل كما سبق مع الطبقة الثانية و الثالثة من الركام، و يجب أن تشمل الطبقة الثالثة على كمية الركام الكافية لملء الأسطوانة حتى سطحها العلوى قبل الدمك.

٥ - بعد دمك الطبقة الثالثة من الركام بالأسطوانة، يتم ملء الأسطوانة حتى فوق سطحها العلوى بالركام، ثم يسوى سطح الركام مع سطح الأسطوانة العلوى باستخدام قضيب الدمك أفقياً للتسوية مع ملاحظة عدم التأثير بأى قوى مع قطع الركام المضافة.

٦ - توزن الأسطوانة بما تحوى من ركام و ذلك لأقرب ٥ جم ثم يعين وزن الركام المالى للأسطوانة.

٧ - يتم ملء الأسطوانة مرتين أخريين و فى كل مرة يعين وزن الركام المالى للأسطوانة و بحسب متوسط وزن الركام اللازم لملء الأسطوانة و ليكن (M) . و إذا زاد الفرق بين أى

نتجتيّن من النتائج الثلاث للوزن عن ٢٥ جم، يتم تحيين ثلاث نتائج أخرى لعينة الركام ثم يعين متوسط النتائج الستة (M) .

٧-٩-٢ احتياطات

يجب أن تصنع الأسطوانة من معدن لا يقل سمكه عن ٣ مم كما يجب أن تكون ذات جساءة مناسبة تمكنها من الاحتفاظ بشكلها تحت ظروف التشغيل الشاقة.

٨-٩-٢ التنتلج

يتم حساب رقم الزاوية من المعادلة:

$$AN = 67 - \frac{100M}{C.G_A} = \text{رقم الزاوية}$$

حيث:

M : متوسط وزن الركام المالى للأسطوانة (جم)

C : وزن الماء اللازم لملأ الأسطوانة (جم)

G_A : الكثافة النسبية (الوزن النوعى) للركام و المعين من اختبار تعيين الوزن النوعى الظاهري للركام.

٩-٩-٢ حدود القبول أو الرفض

تتراوح قيمة رقم الزاوية للركام الكبير بين صفر ، ١٢ .

١٠-٩-٢ التقرير

يتم تسجيل رقم الزاوية لأقرب رقم صحيح.

١١-٩-٢ المراجع

- المواصفات القياسية البريطانية BS 812 : Part 1 : 1975

Sampling and testing of mineral aggregate sand and fillers

٢-١٠-١٠ اختبار تعيين الزيادة الحجمية للركام الصغير

TEST METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE BULKING OF FINE AGGREGATES

٢-١٠-١٠-١ علم

يعتبر هذا الاختبار من الاختبارات الطبيعية التي تجرى على الركام الصغير. وهو من الاختبارات الاختيارية التي لا ينص على إجرائها كشرط لقبول الركام للاستخدام في الخرسانة.

٢-١٠-١٠-٢ الهدف

- توضيح أن وجود رطوبة بالرمل الجاف ثم نقله يعمل على زيادة حجمه.
- بيان كمية الزيادة العظمى في الحجم والنسبة المئوية للماء المناظرة لهذه الزيادة.
- توقيع منحنى يبين العلاقة بين النسبة المئوية للماء المضاف والزيادة المقابلة في حجم الرمل.

٢-١٠-١٠-٣ تعريفات

الزيادة الحجمية للركام الصغير: إذا أضيف إلى الركام ماء أو كان رطبا ثم صار نقله فإن طبقة رقيقة من الماء تغلف حبيبات الركام وتدفع الحبيبات بعيدا عن بعضها البعض نتيجة لتأثير ظاهرة الشد السطحي وبذلك يزيد حجم الرمل.

٢-١٠-١٠-٤ الأجهزة

- وعاء أسطوانى نحاسى سعته ١ لتر.
- عدد ٢ مخبر مدرج زجاجى سعة ١ لتر.
- لوح غير مسامى
- ميزان حساس

٢-١٠-١٠-٥ العينات

- عينة وزنها ٢٠٠٠ جرام من الرمل الجاف مجهزة طبقا لطرق أخذ عينات الركام (الاختبار رقم ٢-١)

٢-١٠-٦ خطوات الاختبار

- ١ - يملأ الوعاء بالرمل الجاف ويكبس جزئيا ثم يعين وزن الرمل الجاف.
- ٢ - يسكب الرمل من الوعاء على اللوح غير المسامى ويضاف اليه الماء بمقدار ١% من وزن الرمل الجاف.
- ٣ - يقلب الرمل جيدا حتى يصبح متجانسا.
- ٤ - يعاد ملء الوعاء بالرمل الرطب ويكبس جزئيا بنفس الطريقة عندما كان الرمل جافا ويسوى سطح الرمل ويوضع الرمل الزائد فى مخبر مدرج ويعين حجم هذه الزيادة.
- ٥ - تكرر هذه العملية على ان تكون النسب المئوية للماء المضاف كما يلى: ٢ - ٤ - ٦ - ٨ - ١٠ - ١٢ - ١٦ - ٢٠ - ٢٢ - ٢٤ - ٢٦ على التوالي.

٢-١٠-٧ احتياطات

- يجب مراعاة عدم فقد أى جزء من عينة الاختبار أثناء إضافة الماء والتقليب.

٢-١٠-٨ النتائج

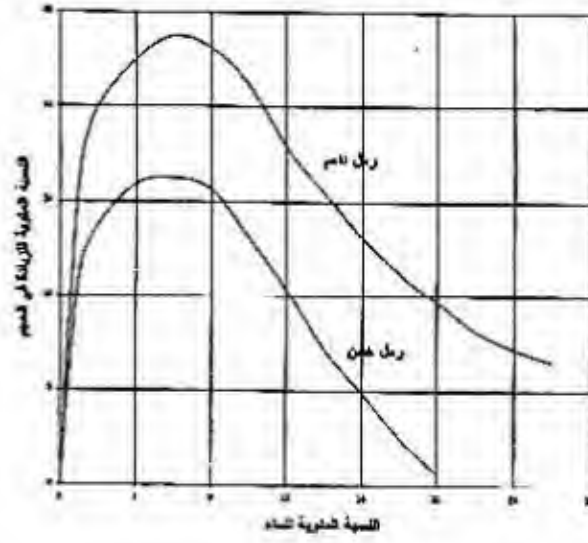
- أ - تدون نتائج الاختبار فى جدول يبين به النسبة المئوية للماء المضاف والزيادة المناظرة فى حجم الرمل.
- ب - يرسم المنحنى البياني الذى يبين العلاقة بين النسبة المئوية للزيادة فى الحجم والنسبة المئوية للماء المضاف كما هو مبين بالشكل رقم (٢-١٠-١) .

٢-١٠-٩ حدود القبول والرفض

(لا يوجد)

٢-١٠-١٠ المراجع

- تكنولوجيا الخرسانة (الجزء الاول) أ.د. أحمد العريان وأ.د. عبد الكريم عطا
- طرق أخذ عينات الركام. (الاختبار رقم ٢-١)



الشكل رقم (٢-١٠-١) تأثير الماء على الزيادة فى الحجم للرمل الناعم والخشن

٢-١١ اختبار تعيين نسبة الطين و المواد الناعمة بالركام بالوزن

DETERMINATION OF CLAY AND OTHER FINE MATERIALS IN AGGREGATES BY WEIGHT

٢-١١-١ عام

يعتبر هذا الاختبار من الاختبارات الأولية الأساسية لعينات الركام المستخدم في الخرسانة

٢-١١-٢ الهدف

يعطي هذا الاختبار قيمة تقريبية لنسبة الطين والمواد الناعمة بالركام بالوزن

٢-١١-٣ تعريفات

الطين والمواد الناعمة : هي أى مواد تمر من المنخل القياسي ٧٥ ميكرون

٢-١١-٤ الأجهزة

- وعاء مقاوم للصدأ ذو مقاس وحجم يسمح بتقاييم العينة المختبرة دون فقد الركام أو الماء

- المنخلان القياسيان مقاس ٧٥ ميكرون ومقاس ١٤١ ميكرون

- ميزان حساس دقته ٠,١ %

٢-١١-٥ العينات

في حالة الركام الصغير تؤخذ عينة لا يقل وزنها عن ٢٥٠ جم وفي حالة الركام الكبير أو

الشامل يكون وزن عينة الاختبار كما هو مبين بالجدول (٢-١١-١)

٢-١١-٦ خطوات الاختبار

١- يتم تجفيف عينة الاختبار في الفرن حتى (110 ± 5) درجة مئوية حتى يثبت وزنها وليكن A

٢- تغمر العينة بالماء ثم تقلب بشدة.

٣- يتم إزالة المواد الطينية والناعمة عن طريق سكب ماء الغسيل مباشرة فوق المنخلين مقاس ٧٥ ميكرون ، ومقاس ١٤١ ميكرون بحيث يكون المنخل مقاس ١٤١ ميكرون هو الأعلى.

٤- تكرر الخطوات ٢ ، ٣ على نفس العينة حتى يصبح ماء الغسيل رائقا تماما.

- ٥- تعاد المواد المحجوزة على المنخلين إلى العينة المغسولة بالوعاء .
- ٦- تجفف العينة بالمواد المعادة في الفرن حتى (110 ± 5) درجة مئوية حتى يثبت وزنها وليكن B.

٧-١١-٢ النتائج

تُحسب النسبة المئوية بالوزن للطين والمواد الناعمة بالركام (F %) من العلاقة

$$F\% = \frac{A-B}{A} \times 100$$

٨-١١-٢ حدود القبول والرفض

يجب ألا تتعدى النسبة المئوية بالوزن للطين والمواد الناعمة القيم المذكورة بالجدول (٢-١١-٢)

٩-١١-٢ التقرير:

يجب أن يشتمل التقرير على نوع الركام ونتائج الاختبارات والحسابات المستخدمة.

١٠-١١-٢ المراجع

المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١١٠٩-١٩٧١ - "ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية"

الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C142-78

ASTM C 142 - 78 test method for clay lumps and friable particles in aggregate

المواصفات القياسية البريطانية BS 882:1992

جدول رقم (٢-١١-١) أوزان عينة اختبار نسبة الطين والمواد الناعمة الأخرى بطريقة الفخل

المقاس الاعتيادي الاكبر للركام (مم)	اقل وزن لعينة الاختبار
٩,٥ - ٤,٧٥	٥ كجم
١٩,٠ - ٩,٥	١٥ كجم
٣٧,٥ - ١٩,٠	٢٥ كجم
٣٧,٥ <	٥٠ كجم

جدول (٢-١١-٢) حدود النسبة المئوية للمواد الناعمة بالركام

نوع الركام	الحد الأقصى لنسبة الطين و المواد الناعمة بالوزن %
رمل	٣
رمل ناعم من كسر الحجارة	٥
الركام الكبير من الزلط أو كسر الزلط	١
الركام الكبير من كسر الحجارة	٣

١٢-٢ اختبار تعيين نسبة الطين و المواد الناعمة بالركام الصغير بالحجم

DETERMINATION OF CLAY AND OTHER FINE MATERIALS IN FINE AGGREGATES BY VOLUME

١٢-٢-١ عام

يجرى هذا الاختبار عادة بموقع العمل ولا يطبق على ناعم كسر الحجارة.

١٢-٢-٢ الهدف

يعطى هذا الاختبار قيمة تقريبية لنسبة الطين والمواد الناعمة بالركام الصغير بالحجم.

١٢-٢-٣ تعريفات

الطين والمواد الناعمة هي أي مواد تمر من المنخل القياسي مقياس ٧٥ ميكرون.

١٢-٢-٤ الأجهزة

مخبر مدرج سعته ٢٥٠ سنتيمترا مكعباً.

١٢-٢-٥ العينات

تؤخذ عينة وزنها حوالى ١٠٠ جرام.

١٢-٢-٦ خطوات الاختبار

- ١- يوضع ٥٠ سنتيمترا مكعباً من الماء النقي في المخبر المدرج.
- ٢- تضاف كمية من عينة الركام الصغير تدريجياً حتى يصير الحجم الكلى ١٠٠ سنتيمتراً مكعباً.
- ٣- يضاف ماء نقي حتى يصير الحجم الكلى ١٥٠ سنتيمتراً مكعباً.
- ٤- يرج المخلوط بشدة لعمل معلق من حبيبات الطين والمواد الناعمة.
- ٥- يوضع المخبر على سطح أفقى مستو ويترك طرقتا خفيفاً على جدار المخبر لجعل طبقة الركام الصغير مستوية السطح ويترك لمدة ٣ ساعات.

٢-١٢-٧ النتائج

تُحسب النسبة المئوية بال حجم لكمية المواد الناعمة بالركام الصغير بحساب النسبة بين ارتفاع الطبقة المترسبة فوق سطح الركام الصغير و ارتفاع الركام الصغير أسفل الطبقة المترسبة.

٢-١٢-٨ حدود القبول او الرفض

يجب ألا تزيد النسبة المئوية بالحجم لكمية الطين والمواد الناعمة بالرمال الطبيعي عن ٣ % ورمال كسر الأحجار عن ٥ %. وفي حالة تجاوز هذه النسبة يتم إجراء اختبار تعيين نسبة الطين والمواد الناعمة بالوزن بطريقة الوزن بالمعمل على ألا تتجاوز هذه النسبة الحدود الميئة بهذا الاختبار.

٢-١٢-٩ التقرير

يجب أن يشتمل على نوع الركام ونتائج الاختبارات والحسابات المستخدمة.

٢-١٢-١٠ المرجع

المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١١٠٩-١٩٧١ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.

٢-١٣ اختبار تعيين نسبة القطع الخفيفة بالركام

TEST METHOD FOR LIGHTWEIGHT PIECES IN AGGREGATE

٢-١٣-١ عام

- يصف الاختبار طريقة تعيين النسبة المئوية للقطع الخفيفة بالركام وذلك بفصلها بالطفو فى سائل ثقيل له وزن نوعى مناسب.

- تتلخص طريقة الاختبار فى فصل القطع الخفيفة من الركام بالطفو فى سائل ثقيل له وزن نوعى مناسب وتعين نسبة وزن القطع الخفيفة إلى وزن عينة الركام الكلية.

٢-١٣-٢ الهدف

- يستخدم الاختبار للتحقق من مدى مطابقة عينات الركام لحدود المواصفات الخاصة بكمية المواد الخفيفة فى الركام الصغير والكبير ويستخدم سائل ثقيل ذو كثافة نوعية ٢,٠ لفصل الحبيبات الخفيفة التى يمكن تصنيفها كفحم أو ليجنيت (Lignite) وتستخدم سائل أثقل للتحقق من نسبة القطع الخفيفة الأخرى مثل الثرت (Chert) (صخور غير نقية) والتى لها وزن نوعى يقل عن ٢,٤٠.

- يمكن استخدام طريقة الاختبار لتحديد حبيبات الركام المسامية فى الأبحاث والتحليل البتروجرافى

٢-١٣-٣ تعريفات

- فحم أو ليجنيت (Lignite): الحبيبات التى يقل وزنها النوعى عن ٢ ولها لون بني غامق أو أسود.

- ثرت (Chert): الحبيبات التى يقل وزنها النوعى عن ٢,٤ وتصنف على أنها ثرت طبقاً لاختبار الفحص البتروجرافى للركام .

٢-١٣-٤ الأجهزة والسوائل الثقيلة

٢-١٣-٤-١ الأجهزة

- ميزان لوزن الركام الصغير لا تقل سعته عن ٥٠٠ جرام وبحساسية لا تقل عن ٠,١ جرام

- ميزان لوزن الركّام الكبير لا تقل سعته عن ٥٠٠٠ جرام وبحساسية لا تقل عن ١ جرام
- أوعية مناسبة لتجفيف عينات الركّام واحتواء السائل الثقيل مع عينة الركّام أثناء فصل القطع الخفيفة بالطفو.
- فرن أو لوح تسخين (Hot plate)
- مقشدة (Skimmer) عبارة عن مصفاة مقاس فتحتها ٠,٣ مم وبمقاس وشكل مناسبين لفصل الحبيبات الخفيفة من السائل الثقيل
- مناخل مقاسات ٠,٣ مم ، ٥ مم
- أجهزة تعيين الوزن النوعى هيدرومتر أو مخابير مدرجة وموازين مناسبة تمكن من تعيين الوزن النوعى للسوائل بدقة فى حدود ٠,١.

٢-١٣-٤ السوائل الثقيلة

- يستخدم فى الاختبار أحد السوائل الثقيلة التالية :

- محلول كلوريد الزنك (Zinc Chloride) مع الماء وذلك لسائل له وزن نوعى حتى ٢,٠
 - خليط من الكيروسين (Kerosene) مع ١,٠١,٢,٢- تيترابروموايثان (1,1,2,2-Tetrabromoethane) بنسبة الخلط التى تعطى الوزن النوعى المطلوب، (الوزن النوعى ل ١,٠١,٢,٢- تيترابروموايثان (1,1,2,2-Tetrabromoethane) حوالى ٢,٩٥
 - محلول بروميد الزنك (Zinc Bromide) مع الماء وذلك لوزن نوعى حتى حوالى ٢,٤.
- تحذير: الخليط المذكور بالبند السابق من المحاليل السامة سواء عند امتصاصه من خلال الجلد أو استنشاقه لذلك يجب استخدامه فى الهواء الطلق أو داخل أماكن خاصة المعدة للتعامل مع مثل تلك المواد (Hood) مع تجنب استنشاقه أو ملامسته للعين أو للجلد. بينما لا توجد مخاطر من ادخنة محلول كلوريد الزنك أو محلول بروميد الزنك ولكن يجب ارتداء نظارة وقفاز للوقاية من ملامسة السوائل للعين أو الجلد.

- يجب المحافظة على الوزن النوعى للسائل الثقيل فى حدود ± 0.1 من القيمة المحددة وذلك طوال فترة الاختبار

٢-١٣-٥ العينات

١- تحضر عينة الاختبار بتجزئة العينة الكلية طبقا لطرق أخذ عينات الركام (اختبار رقم ١-٢).

٢- تجفف العينة فى درجة حرارة 110 ± 5 درجة مئوية إلى أن يثبت وزنها على ألا يقل وزن العينة عما هو موضح بالجدول رقم (٢-١٣-١).

جدول رقم (٢-١٣-١) - وزن عينة الاختبار

المقاس الاعتباري الأكبر (مم)	الحد الأدنى لوزن العينة (جرام)
5	200
20	3000
37,5	5000
75	10000

٢-١٣-٦ خطوات الاختبار

٢-١٣-٦-١ الركام الصغير

- ١ - تترك عينة الاختبار الجافة لتبرد بعد تجفيفها فى درجة حرارة الغرفة.
- ٢ - تخل العينة على منخل ٠,٣٠ مم حتى تصبح نسبة المواد التى تمر من المنخل فى خلال دقيقة أقل من ١% من وزن الركام المحجوز على المنخل.
- ٣ - يوزن الركام المحجوز على منخل ٠,٣ مم لأقرب ٠,١ جرام ثم تجهز العينة بحيث تصبح فى حالة مشبعة وسطحها جاف (انظر ملحوظة رقم (١)).
- ٤ - يوضع الركام المشبع وسطحه جاف فى السائل الثقيل وذلك فى وعاء مناسب وبحيث لا يقل حجم السائل الثقيل عن ثلاث مرات الحجم المطلق للركام.
- ٥ - يصب الجزء العلوى من السائل والمحتوى على حبيبات الركام الطافية فى وعاء آخر على أن يمر السائل من خلال المقشدة (المصفاة) لحجز حبيبات الركام الخفيف. ويراعى ألا يحتوى ذلك السائل على أى من حبيبات الركام التى غطست فى السائل. يعاد السائل مرة أخرى إلى الوعاء الأول الموجود به الركام المعتاد (الغاطس)

- ٦ - يقلب الركام وتعاد عملية تصفية السائل الطافي به حبيبات الركام الخفيف كما سبق وتكرر تلك العملية حتى لا تظهر أى حبيبات طافية على سطح السائل.
- ٧ - تغسل حبيبات الركام الخفيف المحجوزة على المقشدة (المصفاه) باستخدام مذيب مناسب لإزالة السائل الثقيل. يستخدم الكحول كمذيب للسوائل الثقيلة من ١،١،٢،٢- تيترا بروموايثان والماء كمذيب لسوائل كلوريد الزنك أو بروميد الزنك. تترك حبيبات الركام بعد غسلها لتجف (انظر ملحوظة رقم (٢)).
- ٨ - توزن الحبيبات الجافة الخفيفة المحجوزة على المقشدة لأقرب ٠،١ جرام مع استخدام فرشاة لتجميع الحبيبات من المقشدة لوزنها.
- ملحوظة رقم (١): يمكن الوصول إلى حالة الركام المشبع وسطحه جاف بإضافة كمية الماء اللازمة للوصول إلى حالة التشبع والتي سبق تعيينها في اختبار تعيين النسبة المئوية للامتصاص للركام (اختبار رقم ٢-٣) ثم يترك الركام في وعاء مغطى لمدة ٣٠ دقيقة قبل استخدامه في الاختبار.
- ملحوظة رقم (٢): تجرى عملية التجفيف في الهواء الطلق أو مكان خاص بذلك (Hood) وذلك فى حالة استخدام سائل ثقيل غير كلوريد الزنك أو بروميد الزنك. ويمكن استخدام الفرن أو اللوح الساخن للإسراع بعملية التجفيف بشرط أن يتم ذلك فى مكان خاص بذلك (Hood) أو فى فرن به نظام خاص للتهوية وعلى ألا تزيد درجة الحرارة عن ١١٥ درجة مئوية.
- ملحوظة رقم (٣): يلاحظ أن الفرق فى الوزن بين حالة الجاف والحالة المشبعة وسطحها جاف لحبيبات الركام الخفيف لها تأثير كبير على حساب نسبة الحبيبات الخفيفة.

٢-١٣-٦-٢ الركام الكبير

- ١ - تترك عينة الاختبار الجافة لتبرد بعد تجفيفها فى الفرن وذلك فى درجة حرارة الغرفة.
- ٢ - تنخل على منخل ٤،٧٥ مم ويوزن الركام المحجوز على المنخل لأقرب ١ جرام.
- ٣ - تجهز العينة بحيث تصبح فى حالة مشبعة وسطحها جاف طبقاً للخطوات المنصوص عليها فى طريقة اختبار تعيين الوزن النوعى الظاهرى للركام (اختبار رقم ٢-٤).
- ٤ - يوضع الركام المشبع وسطحه جاف مع السائل الثقيل فى وعاء مناسب بحيث لا يقل حجم السائل عن ثلاث مرات الحجم المطلق للركام.

- ٥ - تستخدم المقشدة (المصفاة) لتجميع حبيبات الركام الطافية على سطح السائل
- ٦ - يقلب باقى الركام الغاطس فى السائل وتجمع مرة أخرى حبيبات الركام الطافية.
- ٧ - تكرر هذه العملية حتى تتوقف الحبيبات عن الطفو.
- ٨ - تغسل الحبيبات الى تم تجميعها بالمقشدة بمذيب مناسب لإزالة السائل الثقيل بطريقة مشابهة لما تم لحبيبات الركام الصغير ويعين وزن حبيبات الركام الكبير الخفيفة لأقرب ١ جرام. (فى حالة الحاجة لتحديد وزن حبيبات الركام الكبير الخفيفة بدقة يمكن تجفيف الحبيبات حتى ثبات الوزن فى درجة حرارة 110 ± 5 درجة مئوية).

٢-١٣-٧ النتائج

تَحسب النسبة المئوية للحبيبات الخفيفة (الحبيبات الطافية فى السائل الثقيل) كما يلى:

حبيبات الركام الصغير

$$L = \frac{W_1}{W_2} * 100$$

حبيبات الركام الكبير

$$L = \frac{W_1}{W_3} * 100$$

حيث :

L = النسبة المئوية للحبيبات الخفيفة.

W_1 = الوزن الجاف للحبيبات الخفيفة.

W_2 = الوزن الجاف لجزء العينة المحجوز على منخل ٠,٣ مم

W_3 = الوزن الجاف لجزء العينة المحجوز على منخل ٤,٧٥ مم

٢-١٣-٨ حدود القبول أو الرفض

١- للركام الصغير

لاتزيد نسبة الفحم و الليجنيت عن :

٠,٥% فى حالة أن شكل سطح الخرسانة له أهمية

١% فى الخرسانات الأخرى

٢ - للركام الكبير

نوع الركام	نوع ومكان المنشأ الخرساني	الحد الأقصى لنسبة الشيرت	الحد الأقصى لنسبة الفحم و الليجنيت
- مناطق ظروف جوية قاسية			
١-أ	قواعد و أساسات وأعمدة وكمرات غير معرضة للطقس، البلاطات الداخلية المغطاة.	----	%١,٠
٢-أ	البلاطات الداخلية بدون غطاء	----	%٠,٥
٣-أ	حوائط الأساسات أعلى مستوى الأرض والحوائط الساندة و الأكتاف والكمرات المعرضة للطقس	%٥,٠	%٠,٥
٤-أ	خرسانية الرصف وبلاطات الكبارى والبردورات وأرضيات الجراجات وخرسانات المنشآت المائية المعرضة للبلل المتكرر	%٥,٠	%٠,٥
٥-أ	الخرسانية المعمارية الظاهرة	%٣,٠	%٠,٥
- مناطق ظروف جوية متوسطة			
١-ب	قواعد و أساسات وأعمدة وكمرات غير معرضة للطقس، البلاطات الداخلية المغطاة.	----	%١,٠
٢-ب	البلاطات الداخلية بدون غطاء	----	%٠,٥
٣-ب	حوائط الأساسات أعلى مستوى الأرض والحوائط الساندة و الأكتاف والكمرات المعرضة للطقس	%٨,٠	%٠,٥
٤-ب	خرسانية الرصف وبلاطات الكبارى والبردورات وأرضيات الجراجات وخرسانات المنشآت المائية المعرضة للبلل المتكرر	%٥,٠	%٠,٥
٥-ب	الخرسانية المعمارية الظاهرة	%٣,٠	%٠,٥
- مناطق ظروف جوية عادية			
١-ت	بلاطات معرضة للتآكل وبلاطات الكبارى الرصف	----	%٠,٥
٢-ت	كل الأنواع الأخرى من الخرسانات	----	%١,٠

ملحوظة: يراعى أن الركام الكبير الذى لايفى بحدود القبول الموضحة بالجدول السابق يمكن استخدامه بشرط توافر معلومات عن نتائج مرضية لخرسانات سبق استخدام مثل ذلك الركام فى إنتاجها وتعرضت لظروف جوية مشابهة لظروف التعرض المتوقعة.

٢-١٣-٩ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية

- أ- المعلومات
 - اسم معمل الاختبار وعنوانه
 - اسم العميل
 - تاريخ ورود العينة
 - تاريخ إجراء الاختبار
 - المواصفات القياسية المتبعة
 - توصيف العينة
 - طريقة وظروف حفظ العينات
 - حدود القبول أو الرفض طبقا للمواصفات المتبعة
 - توقيعات المسؤولين عن إجراء الاختبار واعداد التقرير واعتماده (انفى-المهندس-المدير)
- ب- النتائج
 - الحسابات
 - نتائج الاختبار

٢-١٣-١٠ المراجع

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد "طريقة الاختبار القياسية لتعيين نسبة القطع الخفيفة بالركام" (ASTM C123-92)

Test method for light weight pieces in aggregate

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد "المواصفات القياسية للركام" (ASTM C33-86)

Specifications for concrete aggregate

٢-١٤ اختبار تعيين تأثير الشوائب العضوية فى الركام الصغير على مقاومة المونة للضغط

TEST METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE EFFECT OF ORGANIC IMPURITIES IN FINE AGGREGATE ON THE STRENGTH OF MORTAR

٢-١٤-١ عام

هو اختبار اختياري يجرى فى حالة التأكد من وجود مواد عضوية بالركام الصغير طبقا لاختبار تعيين تواجد الشوائب العضوية بالركام الصغير (اختبار رقم ٢-٢١) . وترجع أهمية هذا الاختبار إلى أنه يساعد على قبول أو رفض الركام الصغير للاستخدام فى الخرسانة .

٢-١٤-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تحديد تأثير الشوائب العضوية فى الركام الصغير على مقاومة المونة . ويكون ذلك بعمل مقارنة بين مقاومة الضغط بعد ٧ أيام لمونة من ركام صغير مغسول وأخرى من ركام صغير غير مغسول .

٢-١٤-٣ تعريفات

- ركام صغير غير مغسول هو الركام بحالته عند التوريد
- ركام صغير مغسول هو الركام الخالى من الشوائب العضوية وذلك بعد غسله فى محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز ٣% ثم شطفه بالماء شطفا جيدا .

٢-١٤-٤ الأجهزة

- مائدة الانسياب و قالب الانسياب
- قوالب مكعبة (٥٠ مم) وقضيب دمك
- مكينة اختبار الضغط لا تقل سعتها عن ٢٠ طن

٢-١٤-٥ العينات

- أسمنت بورتلاندى عادى يوفى حدود المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ٣٧٣-١٩٩١

- محلول ٣ % هيدروكسيد الصوديوم و يحضر بإذابة ٣ أجزاء بالوزن من هيدروكسيد الصوديوم فى ٩٧ جزء من الماء.
- تحضر عينة الركام الصغير لهذا الاختبار من نفس العينة المحضرة باختبار تعيين تواجد الشوائب العضوية بالركام الصغير (اختبار رقم ٢-٢١) . ويستخدم الركام الصغير إما بحالته فى الاختبار رقم ١٥ وبما يحتويه من مواد عضوية تجعل لون المحلول فوق الرمل أغمق من المحلول القياسى. وإما بعد غسله أولاً فى محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز ٣% ثم شطفه بالماء شطفاً جيداً. تكرر هذه العملية عدداً كافياً من المرات حتى يصبح لون المحلول أفتح من لون المحلول القياسى.

٢-١٤-٦ خطوات الاختبار

- ١ - تحضر ثلاث خلطات من المونة باستخدام الركام الصغير المغسول فى محلول هيدروكسيد الصوديوم وثلاث خلطات أخرى من الركام الصغير غير المغسول ويكون ذلك بالتبادل وفى نفس اليوم. كما تحضر ثلاثة مكعبات من كل خلطة.

٢- تجهيز المونة

- تصمم خلطة المونة بحيث تعطى قواماً $100 \pm 5\%$ بطريقة مائدة الانسياب
- تستخدم نسبة ماء إلى أسمنت ٠,٦ بالوزن وعادة فإن ٦٠٠ جم من الأسمنت و ٣٦٠ سم ٣ من الماء تكون مناسبة لعمل عدد ٦ قوالب مونة.
- يستخدم الركام الصغير بحيث يكون فى حالة جافة ذات سطح مشبع كما بطريقة اختبار تعيين النسبة المثوية للامتصاص (اختبار رقم ٢-٣) وذلك بإضافة كمية الماء المحددة فى هذا الاختبار إلى وزن الركام الصغير ثم التقلب الجيد وترك العينة فى إناء مغلق لمدة نصف ساعة قبل الاستخدام.

- تخلط المكونات فى الخلاط الميكانيكى كما يلي:

- توضع كمية الماء أولاً ثم يضاف الأسمنت ويدار الخلاط بسرعة بطيئة (140 ± 5 لفة فى الدقيقة) لمدة ٣٠ ثانية. تضاف كمية الركام الصغير التى من المتوقع أن تعطى القوام المطلوب أثناء دوران الخلاط بنفس السرعة ويحدد وزن الركام المستخدم بطرح وزن الكمية المتبقية من وزن عينة الركام الكلية. يوقف الخلاط ثم يدار لمدة ٣٠ ثانية بسرعة متوسطة (285 ± 10 لفة فى الدقيقة). يوقف الخلاط مرة أخرى لمدة ١,٥ دقيقة، فى أول ١٥ ثانية من هذه المدة تحك بسرعة المونة العالقة بجوانب الخلاط لتضاف إلى بقية الخلطة ثم يغلق غطاء حلة الخلاط وتترك الخلطة المدة الباقية. يدار

الخلاط لمدة ١ دقيقة بالسرعة المتوسطة لإنهاء عملية الخلط. وإذا كان انسياب الخلطة يبدو عالياً فإنه يمكن إضافة كمية من الركام الصغير بعد مرور ٣٠ ثانية من هذه المدة. فى هذه الحالة يوقف الخلط ويضاف الركام الصغير. يستكمل الخلط لمدة دقيقة كاملة ثم يجرى اختبار الانسياب.

٣- اختبار الانسياب لضبط قوام المونة

- ينظف سطح مائدة الانسياب جيداً ويوضع قالب الانسياب فى منتصفها. بعد خلط المونة مباشرة توضع طبقة بسمك ٢٥ مم فى قالب الانسياب ودمك ٢٠ دمكة بقصيب الدمك. ثم يملأ القالب بالمونة ودمك ٢٠ دمكة أخرى.
- يسوى سطح المونة مع أحرف القالب بواسطة المسطرين. ينظف سطح المائدة جيداً من بقايا المونة ويجفف جيداً لضمان عدم وجود ماء ثم يرفع قالب الانسياب ويكون ذلك بعد دقيقة من إتمام عملية الخلط.
- ترفع وتخفض مائدة الانسياب ارتفاع ١٢,٧ مم عشر مرات خلال ٦ ثوان. يكون الانسياب هو الزيادة الناتجة فى القطر المتوسط لكثلة المونة مقاساً فى أربعة اتجاهات متعامدة على الأقل ويعبر عنه كنسبة من القطر الأصلي.
- إذا كان الانسياب كبيراً فإن خلطة المونة تعاد إلى الخلط وتزود بكمية من الركام الصغير الإضافي وتخلط لمدة ٣٠ ثانية بسرعة متوسطة، ثم يعاد الاختبار ويقاس الانسياب. وإذا استلزم الأمر أكثر من محاولتين للحصول على انسياب $100 \pm 5\%$ فإن المونة تعتبر خلطة تجريبية ويعاد الاختبار بمواد جديدة بالنسب التى تم التوصل إليها. أما إذا كانت المونة جافة جداً فإن الخلطة تهمل تماماً ويعاد تصميمها.
- تحدد كمية الركام الصغير المستخدمة بطرح وزن الركام المتبقى بعد الخلط من وزن عينة الركام الكلية.

٤ - اختبار الضغط للمونة

- بعد انتهاء اختبار الانسياب الذى يحدد صلاحية قوام المونة تعاد المونة المستخدمة فى الاختبار إلى الخلط ويعاد الخلط لمدة ١٥ ثانية بسرعة متوسطة.
- تصب المونة فى القوالب المكعبة على طيقتين طبقاً للإجراءات المتبعة فى اختبار تعيين مقاومة الضغط لمونة الأسمنت (اختبار رقم ١-١٥ من اختبارات الأسمنت)
- تخزن العينات ثم تختبر طبقاً للإجراءات المتبعة فى اختبار تعيين مقاومة الضغط لمونة الأسمنت (اختبار رقم ١-١٥)

٢-١٤-٧ احتياطات

- يجب أن يراعى أثناء غسل الركام عدم فقد أي كمية من عينة الركام الصغير.
- تختبر عينة الركام الصغير بالفينولفيثالين أو ورق عباد الشمس للتأكد من عدم وجود هيدروكسيد الصوديوم قبل البدء فى تحضير المونة.
- فى حالة الحاجة الى إعادة الخلط يجب التأكد من حك المونة العالقة بجوانب الخلاط وإضافتها الى باقى الخلطة.

٢-١٤-٨ النتائج

- تحسب مقاومة الضغط لكل مكعب مونة بقسمة أقصى حمل على مساحة مقطع العينة.
- يؤخذ متوسط نتائج ثلاثة مكعبات مونة لكل اختبار.
- تحسب ثلاث نسب لمقاومة الضغط بقسمة متوسط مقاومة الضغط للركام غير المغسول على متوسط مقاومة الضغط للركام المغسول المقابل له بترتيب الخلط لعدد الست خلطات المختبرة.
- يعتبر متوسط النسب الثلاث لمقاومة الضغط هو المقاومة النسبية للركام الصغير المختبر.

٢-١٤-٩ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩-١٩٧١ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.
- المواصفات القياسية المصرية ٣٧٣-١٩٩١ الأسمنت، البورتلاندى العادى وسريع التصلد.
- المواصفات القياسية المصرية ٢٤٢١-٩٣ . الجزء الثالث. اختبار مقاومة الأسمنت للضغط.
- المواصفات القياسية الأمريكية لاختبار المواد
- اختبار تعيين تأثير الشوائب العضوية فى الركام الصغير على مقاومة المونة للضغط (ASTM C87-83)
- اختبار تعيين النسبة المئوية للامتناس (اختبار رقم ٢-٣ من اختبارات الركام)
- اختبار تعيين تواجد الشوائب العضوية بالركام الصغير (اختبار رقم ٢-٢١ من اختبارات الركام)
- اختبار تعيين مقاومة الضغط لمونة الأسمنت (اختبار رقم ١-١٥ من اختبارات الأسمنت)

٢-١٥ اختبار تعيين الانكماش بالجفاف للركام فى الخرسانة

TESTING DRYING SHRINKAGE OF AGGREGATE IN CONCRETE

٢-١٥-١ عام

يختص هذا الاختبار بتعيين الانكماش بالجفاف للركام المستخدم فى صناعة الخرسانة. يجرى هذا الاختبار للركام الخليط بشرط ألا يزيد المقاس الاعتبارى الأكبر للركام الكبير عن ٢٠ مم و ذلك باستخدام منشورات من الخرسانة مصنعة من الركام الكبير و الركام الصغير أو الركام الكبير أو الصغير فقط المراد اختباره.

٢-١٥-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى قياس الانكماش بالجفاف الحادث بالخرسانة المصنعة بالركام المراد اختباره. و يمكن إجراء هذا الاختبار لقياس الانكماش بالجفاف للركام الكبير أو الركام الصغير.

٢-١٥-٣ تعريفات

يمكن أن يعبر عن الانكماش بمقدار التغير البعدى الحادث لطول معين من عينة الاختبار.

٢-١٥-٤ الأجهزة

- مقسم للعينة بحجم مناسب للمقاس الاعتبارى الأكبر للركام المستخدم، أو جاروف مسطح مع سطح أفقى صلب أو وعاء معدنى مسطح للاستخدام فى تقسيم العينة بطريقة التقسيم الربمى.
- مناخل قياسية ذات مقاسات مناسبة لمقاس الركام المختبر.
- ميزان ذو سعة بحد أدنى ٥ كجم به مقياس مقسم حتى حساسية ١ جم و لا تتعدى نسبة الخطأ به ٢ جم.
- مجموعة قوالب مناسبة لصب ٣ عينات منشورية الشكل من الخرسانة بأبعاد 200 ± 2 مم 50 ± 2 مم 50 ± 2 مم مع نصف كرتين بقطر ٨ مم مثبتتين بأمان فى منتصف السطحين الداخليين عند نهايتى القالب بالسطح 50×50 مم.
- منضدة اهتزاز.

- جهاز قياس استطالة كما ورد فى اختبار (٢٠-١).

- فرن مزود بتهوية جيدة، به ثرموستات للتحكم فى درجة الحرارة عند 50 ± 2 درجة مئوية.
- وعاء تجفيف ذو سعة مناسبة لىحتوى ثلاثة منشورات خرسانية بأبعاد ٢٠٠ مم × ٥٠ مم × ٥٠ مم يحتوى على سيليكات جيل غير مهدرتة كمجفف.

٢-١٥-٥ العينات

١ - المواد

- أسمنت بورتلاندى عادى يحقق متطلبات المواصفات المصرية.

- ماء صالح للشرب.

- كرات من الصلب بقطر ٦ مم.

٢- تجهيز الركام المختبر

- يتم تقليل كمية العينات المعملية للركام الكبير و الركام الصغير حتى تصل الى كميات الركام الجافة التالية:

١٦٠٠ جم من الركام المار من منخل ٢٠ مم و المحجوز على منخل ١٠ مم

٨٠٠ جم من الركام المار من منخل ١٠ مم و المحجوز على منخل ٥ مم

١٣٠٠ جم من الركام الصغير.

- يتم وضع الكميات السابقة على اثناء مسطح ثم تجفف بفرن درجة حرارته ٥٠ درجة مئوية لمدة ١٦ ساعة على الأقل.

- تستبعد أى حبات ركام كبير تحجز على منخل ٢٠ مم أو تمر من منخل ٥ مم، كذلك نستبعد أى حبات ركام صغير تحجز على منخل ٥ مم.

٣ - تجهيز عينات الاختبار

أ- نسب الخلط

- يتم صب ثلاثة منشورات من الخرسانة باستخدام كميات الأسمنت و الركام و الماء الكافية لصناعة المنشورات الثلاثة كما يلى:

٥٥٠ ± ٥ جم أسمنت بورتلاندى عادى

١٤٦٦ ± ٥ جم ركام كبير (مار من منخل ٢٠ مم ومحجوز على منخل ١٠ مم)

ركام كبير (مار من منخل ١مم ومحجوز على منخل ٥ مم)	٧٣٤ ± ٥ جم
ركام صغير (مار من منخل ٥ مم)	١١٠٠ ± ٥ جم
ماء.	٣٣٠ ± ٥ جم

ب - الخلط

- يتم خلط المواد على سطح غير منفذ للماء و ذلك بخلط الأسمنت و الركام الصغير الجاف لمدة دقيقة واحدة باستخدام المسطرين، ثم يضاف الركام الكبير و يتم خلطهم على الناشف حتى يصبح الخليط متجانساً. يضاف الماء و تتم إعادة الخلط لمدة ٣ دقائق باستخدام المسطرين.

- يتم نقل الخرسانة و صبها فى القوالب ثم يتم دمكها ميكانيكياً باستخدام منضدة الاهتزاز.

- بانتهاء دمك الخرسانة يتم تسوية السطح باستخدام المسطرين.

ج - المعالجة

- بمجرد انتهاء الدمك تغطى المنشورات بألواح مستوية غير منفذة (مثل المطاط - البولى إيثيلين - الحديد). تترك المنشورات فى هذه الحالة لمدة 24 ± 2 ساعة عند درجة حرارة 20 ± 5 درجة مئوية.

- بعد مرور 24 ± 2 ساعة ترقم المنشورات للتمييز و يحدد السطح العلوى لكل منها (المعرض للهواء أثناء الصب).

- يتم فك القوالب و تستخرج العينات و تثبت الكرات الصلب ذات القطر ٦ مم فى الأماكن الخاصة بها عند نهايتى المنشورات.

- يتم وضع خيش مبلل بالماء فوق المنشورات و تغطى بلوح من البولى إيثيلين لمدة 24 ± 2 ساعة عند درجة حرارة 20 ± 5 درجة مئوية، ثم يتم تنظيف سطح الكمرات.

٢-١٥-٦ خطوات الاختبار

١- يتم قياس كل منشور باستخدام جهاز قياس الاستطالة بوضع المنشور متجهاً لأعلى (السطح المحدد سابقاً) بالإطار ونحصل على أقل قراءة لأقرب قسم و ذلك أثناء لف المنشور ببطء. قبل و بعد كل قياس يتم التأكد من طول الجهاز بالنسبة لطول قضيب الإنفار و إذا كان الفرق فى تلك القراءات أكثر من ٠,٠٠٢ مم يتم قياس المنشورات. يسجل الفرق المقاس فى الطول بين المنشور و قضيب الإنفار لأقرب ٠,٠٠٢ مم.

٢- خلال 48 ± 2 ساعة من نهاية الدمك للمنشورات يتم غمرها في الماء عند درجة حرارة 20 ± 5 درجة مئوية لمدة ٥ أيام 4 ± 1 ساعات. ثم تستخرج المنشورات من الماء و تنظف الكرات باستخدام قطعة قماش جافة و نظيفة و يتم قياس المسافة بين نهايتي الكرتين و تكون (L) وذلك قبل وضعها بالفرن عند درجة حرارة 105 ± 2 درجة مئوية و تتأكد من أن المنشورات معرضة من جميع جوانبها للهواء.

٣- بعد ٣ أيام 4 ± 1 ساعات تستخرج المنشورات من الفرن و تتركها حتى يبرد حتى تصل درجة حرارتها إلى $20 \pm$ درجة مئوية ثم يقاس الطول (L_1) لكل منشور كما سبق (شكل رقم ٢-١٥-١).

٤- بعد قياس الطول (L_1) يتم قياس طول المنشور المجاور للكرات لأقرب مليمتر و يتم أخذها كالطول الحاف للعبئة (L_2) (شكل رقم ٢-١٥-١).

٢-١٥-٧ الاحتياطات

- يجب تجفيف الركام المستخدم في هذا الاختبار قبل الاستخدام.
- يعد هذا الاختبار مناسباً للركام ذى مقاس أقل من ٢٠ مم.
- تجرى جميع القياسات عند درجة حرارة 20 ± 1 درجة مئوية.

٢-١٥-٨ النتائج

يتم حساب النسبة المئوية للانكماش بالجفاف (S)

$$S = 100 \times (L_1 - L) / L_2$$

حيث :

S : النسبة المئوية للانكماش بالجفاف (%)

L : القيمة المقاسة للعينه المبتلة (مم)

L_1 : القيمة المقاسة للعينه الجافة (مم)

L_2 : طول المنشور الجاف (مم)

و يتم حساب متوسط النتائج للمنشورات الثلاث و يسجل الناتج لأقرب ٠.٠٠١ %.

٢-١٥-٩ حدود القبول أو الرفض

على أساس الانكماش بالجفاف المعين باستخدام الإجراءات السابقة يتم تصنيف الركام كما يلى:

- الركام الذى يحقق انكماش بالجفاف حتى ٠,٠٧٥% يصنف كركام (أ)
- الركام الذى يحقق انكماش بالجفاف يتعدى ٠,٠٧٥% يصنف كركام (ب)
- استخدامات الركام حسب التصنيف السابق مبين بجدول رقم (٢-١٥-١)
- الفترات الدورية التى يجب على أساسها إجراء اختبار الانكماش على عينات الركام مبينة بجدول رقم (٢-١٥-٢).

٢-١٥-١٠ التقرير

يجب أن يتضمن التقرير المعلومات التالية:

- الانكماش بالجفاف للركام.
- مصدر و نوع و أحجام الركام الموردة لهذا الاختبار.
- مصدر و نوع و أحجام الركام المستخدم (إذا تم استخدامه) كركام مكمل لمواد الخلطة الخرسانية و ذلك عند اختبار الركام الكبير فقط أو الركام الصغير فقط.

٢-١٥-١١ المراجع

المواصفات القياسية البريطانية 1989 : BS 812 : Part 120

المواصفات القياسية البريطانية 1984 : BS 812 : Part 102

المواصفات القياسية البريطانية BS 410

BS 410 Test sieves

المواصفات القياسية البريطانية 1983 : BS 1881 : Part 108

BS 1881 - 1970 Methods of testing concrete

المواصفات القياسية البريطانية BS 593

جدول (٢ - ١٥ - ١) : تصنيف الركام

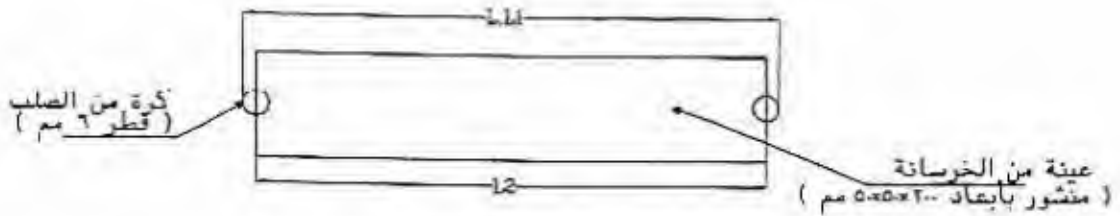
التصنيف	حدود قيم الانكماش المسموح به	الاستخدام
أ	صفر - ٠,٠٧٥ %	جميع استخدامات الخرسانة*
ب	$0,075 < \%$	- الأماكن التى لا يحدث بها أبدا الجفاف التام للخرسانة. - الخرسانة الكتلية المسوى سطحها بخرسانة الهواء المحبوس. - العناصر المتماثلة و المسلحة تسليحاً ثقيلًا وغير المعرضة للجو.

* يجب مراجعة حسابات الترخيم للكمرات للتأكد من أنها غير زائدة عندما يزيد الانكماش بالجفاف للركام المستخدم بالخرسانة مطابقة الاجهاد عن ٠,٠٦ %.

جدول (٢ - ١٥ - ٢) : فترات الاختبار الدورية الموصى بها

حدود القيم	التكرار
صفر - ٠,٠٥ %	مرة كل ٥ سنوات بشرط عدم تغير شكل المواد المستخدمة
$0,05 < \%$	سنوياً

* يوضح الجدول دورية الاختبار لنوعية ركام ما بناء على قيمة الإنكماش المتوسطة للنتائج السابقة



شكل رقم (٢ - ١٥ - ١) قياس الأبعاد لعينة الانكماش بالجفاف

٢-١٦ اختبار تعيين معامل التهشيم للركام الكبير

TEST METHOD FOR DETERMINATION OF COARSE AGGREGATE CRUSHING VALUE

٢-١٦-١ عام

يفيد هذا الاختبار فى تعيين خاصية مقاومة الركام الكبير للتهشيم وهى خاصية للركام المستخدم فى الخرسانة المعرضة للتآكل.

٢-١٦-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار لتعيين مقاومة الركام الكبير للتهشيم والتي تعطى مقياساً نسبياً لمدى مقاومة الركام الكبير للتهشيم تحت تأثير حمل ضغط تدريجى.

والاختبار قابل للتطبيق على حبيبات الركام الكبير التى تمر من المنخل القياسى ١٤ مم والمحمولة على المنخل القياسى ١٠ مم .

هذا الاختبار لا يصلح للركام الذى يعطى معامل تهشيم أكبر من ٣٠ ، وفى هذه الحالة ينصح باستخدام اختبار تعيين الحمل المسبب لنسبة ١٠% تعومة والمبين فى الاختبار رقم (٢-١٨).

٢-١٦-٣ تعريفات

معامل التهشيم هو النسبة المئوية المارة بالوزن من المنخل القياسى ٢,٣٦ مم وذلك بعد تعريض عينة الاختبار لحمل ضغط تدريجى قدره ٤٠٠ كيلو نيوتن.

٢-١٦-٤ الأجهزة

- مكبال أسطوانى معدنى قطره الداخلى ١٢٠ مم و ارتفاعه الداخلى ١٨٠ مم ويراعى أن يكون هذا المكبال ذا صلابة كافية تمكنه من الاحتفاظ بشكله تحت ظروف الاستعمال.

- قضيب معدنى مستقيم للدمك قطاعه مستدير بقطر ١٥ مم و طوله ٦٠٠ مم بطرف مدبب .

- أسطوانة من الصلب مفتوحة الطرفين لها مكبس وقاعدة من الصلب كما هو مبين بالشكل رقم (٢-١٦) وبالأبعاد كما فى الجدول رقم (٢-١٦-١) ، ويجب أن يكون السطح الداخلى للأسطوانة مشكلاً ومصدداً بالتغليغ لتكون درجة صلابته أعلى من أو تساوى رقم فيكرز ٦٥٠.

- ميزان حساس لا تقل قدرته عن ٣ كجم وحساسيته عن اجرام.
- المناخل القياسية ذات فتحات مربعة مقاسات ١٤ مم ، ١٠ مم ، ٢,٣٦ مم.
- فرن مهورى حرارته ١٠٠-١١٠ درجة مئوية.
- مكينة اختبار للضغط تعطى ضغطاً قدرة ٤٠٠ كيلو نيوتن بدقة فى حدود ± ٥٠ كيلو نيوتن ويمكن تشغيلها بمعدل منتظم فى التحميل بحيث يصل إلى الحمل الأقصى للاختبار (٤٠٠ كيلو نيوتن) فى مدة ١٠ دقائق.
- مطرقة ذات رأس مطاطى برمىلى.
- صينية معدنية ذات وزن معلوم بحيث تكفى ٣ كجم من الركام.
- فرشاة من السلك.

٢-١٦-٥ عينة الاختبار

تحضر عينة الركام المستخدمة فى الاختبار كما يلى :

- ١ - تتخل كمية من الركام على المنخلين القياسيين ١٤ مم و ١٠ مم على التعاقب.
- ٢ - يستعمل فى إجراء الاختبار الركام المار من المنخل القياسى ١٤ مم والمحبوز على المنخل القياسى ١٠ مم، يملأ المكيال إلى ثلثه بالركام المذكور ويدمك بقضيب الدمك ٢٥ مرة ثم توضع كمية أخرى معادلة من الركام وتدمك ٢٥ مرة أخرى ثم يملأ المكيال لمستوى أعلى من سطحه ويدمك ٢٥ مرة ثم يزال الركام الزائد عن سعة المكيال بتسوية سطحه بقضيب الدمك وتكون كمية الركام التى يحتوئها المكيال حينئذ هى عينة الاختبار.
- ٣ - تجفف عينة الاختبار بوضعها فى الصينية المعدنية داخل الفرن المهورى درجة حرارته ١٠٠-١١٠ درجة مئوية لمدة أربع ساعات ثم يبرد الركام.
- ٤ - تجهز عينة أخرى من الركام باتباع الخطوات السابقة من ١ حتى ٣.

٢-١٦-٦ خطوات الاختبار

- ١- توضع الأسطوانة الصلب المفتوحة فى مكانها على القاعدة.
- ٢- توضع عينة الاختبار فى الأسطوانة الصلب على ثلاث دفعات متساوية تقريباً وتدمك كل دفعة ٢٥ مرة بواسطة قضيب الدمك ثم يسوى سطح الركام فى الأسطوانة ويوضع فوقها المكبس الصلب ويراعى عدم حشر المكبس فى الأسطوانة.

٣ - توضع الأسطوانة والقاعدة والمكبس فى مكنة اختبار الضغط ثم يحمل المكبس تدريجياً بمعدل منتظم حتى يصل حمل الضغط إلى ٤٠٠ كيلو نيوتن فى مدة ١٠ دقائق ثم يرفع الحمل بعد ذلك.

٤ - يفرغ الركام من الأسطوانة فى الصينية المعدية باستخدام المطرقة المطاط والفرشاة السلك لتنظيف الأسطح الداخلية للأسطوانة وتوزن العينة لأقرب جرام وليكن وزنها (M1) ، ثم تنخل العينة على المنخل القياسى ٢,٣٦ مم ويعين وزن الركام المحجوز على المنخل والركام المار من المنخل لأقرب جرام ولتكن الأوزان (M2) و (M3) على التوالى ، إذا كان مجموع الوزنين (M2) و (M3) يختلف عن وزن العينة الكلى (M1) بأكثر من ١٠ جرام ترفض العينة ويعاد الاختبار على عينة أخرى.

٥ - يعاد الاختبار على عينة أخرى من الركام باتتباع الخطوات من ١ حتى ٤ .

٧-١٦-٢ احتياطات

- يجب مراعاة عدم فقد أى جزء من عينة الاختبار أثناء ملء الأسطوانة.
- يجب مراعاة عدم فقد أى جزء من الركام الناعم بعد الاختبار أثناء تفريغ الأسطوانة وفى أى خطوة من خطوات الاختبار.
- يجب مراعاة نخل كمية كافية من الركام على المناخل القياسية للحصول على عينة الاختبار.
- يجب مراعاة تجفيف عينة الاختبار قبل إجراء الاختبار عليها.
- يجب مراعاة دمك عينة الاختبار عند وضعها فى الأسطوانة.
- يجب مراعاة ملء الأسطوانة بعينة الاختبار على ثلاث دفعات ودمك كل دفعة ٢٥ مرة بقضيب الدمك.
- يجب العناية بتفريغ العينة من الأسطوانة بعد الاختبار.

٨-١٦-٢ النتائج

١- يحسب لكل اختبار من الاختبارين معامل التهشيم للركام الكبير (ACV) كما يلى:

$$ACV = (M3 \times 100) / M1$$

حيث أن :

ACV = معامل التهشيم للركام

M3 = وزن عينة الركام المارة من منخل ٢,٣٦ مم

M1 = وزن عينة الركام المستخدمة في الاختبار

٢- يكون معامل التهشيم للركام الكبير المختبر هو متوسط نتيجتي الاختبارين لأقرب رقم صحيح ، على أن يكون الفرق بين النتيجتين أقل من ٧% من متوسط النتيجتين ، أما في حالة إذا كان الفرق بين النتيجتين أكبر من ٧% من المتوسط يجب أن يعاد الاختبار مرة أخرى على عينتين جديدتين ثم يحسب متوسط الأربع نتائج إلى أقرب رقم صحيح ويكون هو معامل التهشيم للركام الكبير.

ملحوظة:

يحسب متوسط الأربع نتائج باستبعاد أكبر وأصغر قيمة ويحسب متوسط النتيجتين المتبقيتين.

٢-١٦-٩ حدود القبول والرفض

الاستخدام	معامل التهشيم (%)
الركام المستعمل في الخرسانة التي لا تتعرض أسطحها للتآكل	لا يتعدى ٣٠
الركام المستعمل في الخرسانة التي تتعرض أسطحها للتآكل مثل ممرات المطارات والطرق	لا يتعدى ٢٥

٢-١٦-١٠ التقرير

يجب أن يتضمن التقرير قيمة معامل التهشيم المتوسطة ويمكن أن يتضمن التقرير تعريفاً وتوصيفاً للعينة.

٢-١٦-١١ المراجع

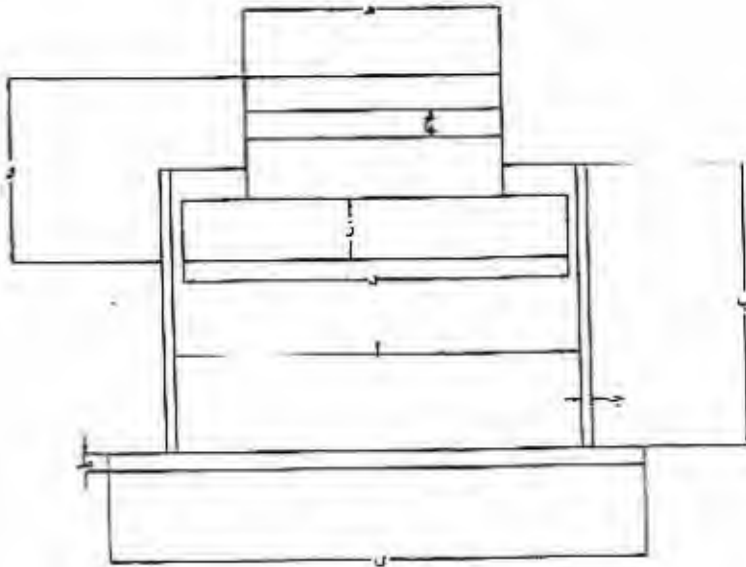
المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩ - ١٩٧١ "ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية"

المواصفات القياسية البريطانية "اختبار تعيين معامل التهشيم للركام" BS 812 Part 110-1990

اختبار التحليل بالمناخل للركام (اختبار رقم ٢-٢) .

جدول رقم (٢-١٦-١) الأبعاد الرئيسية للأسطوانة والقاعدة والمكبس (جميع الأبعاد بالمليمتر)

الجزء	البعد	القطر الاسمى الداخلى للأسطوانة ١٥٠ مم
الأسطوانة	القطر الداخلى (أ) العمق الداخلى (ب) أقل سمك للجدار (جـ)	150 ± 0.5 ١٢٥ إلى ١٤٠ ١٦.٠
المكبس	قطر المكبس (د) قطر المصد (هـ) ارتفاع المكبس و المصد (و) أقل سمك للمكبس (ز) قطر الثقب فى المصد (ح)	152 ± 0.5 $90 < \text{حتى } \geq (د)$ ١٠٠ إلى ١١٥ لا يقل عن ٢٥.٠ 20 ± 0.1
القاعدة	أقل سمك (ط) طول ضلع القاعدة المربعة (ى)	١٠.٠ ٢٠٠ إلى ٢٣٠



شكل رقم (٢-١٦-١) الاسطوانة المعدنية والقاعدة والمكبس

١٧-٢ اختبار تعيين مقاومة الركام الكبير للبرى بجهاز لوس أنجلس

DETERMINATION OF ABRASION RESISTANCE OF
COARSE AGGREGATES IN LOS ANGELES MACHINE

١٧-٢-١ عام

يجرى هذا الاختبار لتعيين معامل البرى للركام الكبير باستخدام جهاز لوس أنجلس.

١٧-٢-٢ الهدف

يعبر عن مقاومة الركام الكبير للبرى بالنسبة المئوية بالوزن للفاقد بالبرى بعد تعريض الركام للبرى باستخدام جهاز لوس أنجلس.

١٧-٢-٣ تعريفات

معامل البرى هو النسبة المئوية بين الفاقد فى الوزن نتيجة البرى فى جهاز لوس أنجلس والوزن الأصلي للعينة.

١٧-٢-٤ الأجهزة

١-جهاز لوس أنجلس للبرى - موضح بالشكل (١٧-٢-١).

٢-المناخل القياسية مقاس ١٦ مم ومقاس ١,٧ مم.

٣-كرات البرى من الحديد الزهر أو الصلب بقطر حوالي ٤٨ مم ويتراوح وزن الكرة الواحدة بين ٣,٨٢-٤,٣٦ نيوتن.

١٧-٢-٥ العينات

- تغسل عينة الركام الكبير (١٠-٥) كجم بالماء ثم تجفف فى فرن درجة حرارة ١٠٥-١١٠ درجة مئوية حتى يثبت الوزن.

- يفصل الركام إلى مقاسات مختلفة عن طريق النخل على المناخل الموضحة بجدول (١٧-٢-١).

- يتم إعادة تجميع عينة الاختبار من الركام بخلط الأوزان التى يمكن تجميعها طبقا للقيم الموضحة بجدول (١٧-٢-١).

٢-١٧-٢ خطوات الاختبار

١ - توزن عينة الاختبار بعد إعادة خلطها وليكن وزنها (W_1) ويحدد نوع تدرج هذه العينة من الجدول (٢-١٧-٢).

٢ - يتم تحديد عدد كرات البري طبقاً لنوع تدرج العينة من الجدول (٢-١٧-٢).

٣ - توضع العينة وكرات البري داخل مكينة لوس انجلس وتدار المكينة بسرعة ٣١-١٠ دورة فى الدقيقة بحيث يكون عدد الدورات الكلية ٥٠٠ لكل من تدرجات العينة أ، ب، ج، د، و ١٠٠٠ دورة لكل من تدرجات العينة هـ، و عـ.

٤ - يرفع الركام من المكينة و ينخل على منخل مقاس ١٦ مم ثم ينخل المار من هذا المنخل على المنخل القياسى مقاس ١,٧ مم.

٥ - يؤخذ الركام الكلى المحجوز على المنخلين السابقين ويفسل جيداً بالماء للتخلص من المواد الناعمة الملتصقة بالسطح ثم يجفف فى فرن ١٠٥-١١٠ درجة مئوية حتى ثبوت الوزن وليكن (W_2).

٢-١٧-٢ النتائج

تحسب قيمة النسبة المئوية للبرى (Ab)

$$Ab = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

٢-١٧-٢ ٨ حدود القبول أو الرفض

يجب ألا تتعدى قيمة البري باستخدام مكينة لوس انجلس ٢٠% للزلط و ٣٠% لكسر الأحجار.

٢-١٧-٢ ٩ التقرير

يجب أن يتضمن التقرير قيمة معامل البري المتوسطة ويمكن أن يتضمن تعريفاً وتوصيفاً للعينة.

٢-١٧-٢ ١٠ المراجع

المواصفات القياسية المصرية ٧١-١١٠٩ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية*.

الجمعية الأمريكية لاختبار المواد ASTM C535-89

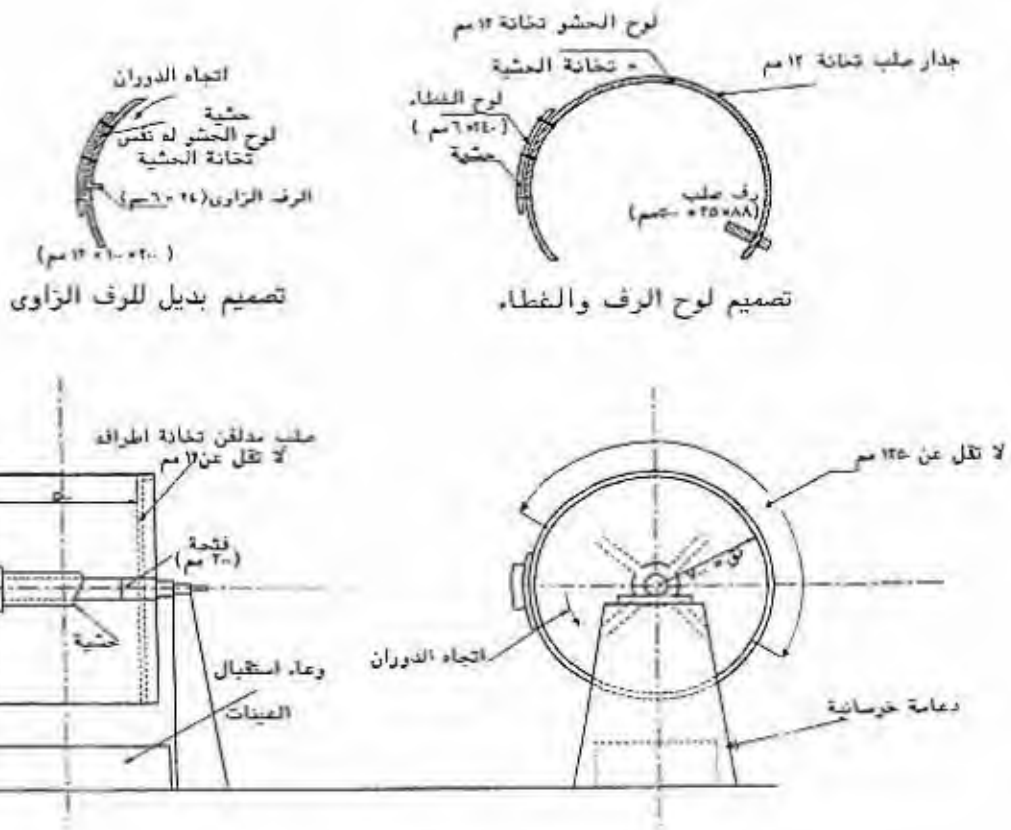
Test method for resistance to degradation for large - size coarse aggregate by abrasion and impact in the los angeles machine

جدول (٢-١٧-١) تجميع عينة الاختبار بعد النخل

تجميع وزن عينة الاختبار تبعا لنوع التدرج (جرام)							فتحة المنخل	
ز	و	هـ	د	ج	ب	أ	المحجوز على	المار من
—	—	١٥٠٠	—	—	—	—	٦٣,٠٠	٧٥,٠٠
—	—	١٥٠٠	—	—	—	—	٥٠,٠٠	٦٣,٠٠
—	٥٠٠٠	١٥٠٠	—	—	—	—	٣٧,٥	٥٠,٠٠
٥٠٠٠	٥٠٠٠	—	—	—	—	١٢٥٠	٢٥,٠٠	٣٧,٥
٥٠٠٠	—	—	—	—	—	١٢٥٠	١٩,٠٠	٢٥,٠٠
—	—	—	—	—	١٥٠٠	١١٥٠	١٢,٥	١٩,٠٠
—	—	—	—	—	١٥٠٠	١١٥٠	٩,٥	١٢,٥
—	—	—	—	١٥٠٠	—	—	٦,٣	٩,٥
—	—	—	—	١٥٠٠	—	—	٤,٧٥	٦,٣
—	—	—	٥٠٠٠	—	—	—	٢,٣٨	٤,٧٥

جدول (٢-١٧-٢) تحديد عدد كرات البري والوزن الكلي لها

نوع التدرج طبقا لجدول ١	عدد الكرات
أ	١٣
ب	١١
ج	٨
د	٦
هـ	١١
و	١١
ز	١١



شكل رقم (٢-١٧-١) ماكينة لوس انجلس للبري

٢-١٨ اختبار تعيين قيمة ١٠% ناعم للركام الكبير

TEST METHOD FOR DETERMINING THE TEN PERCENT FINES VALUE FOR COARSE AGGREGATE

٢-١٨-١ عام

يفيد هذا الاختبار فى تعيين قيمة ١٠% ناعم للركام و التى تعبر عن مدى مقاومة الركام الكبير للتهديش وذلك إذا كان معامل التهديش لهذا الركام أكبر من ٣٠ وهى خاصية للركام المستخدم فى الخرسانة المعرضة للتآكل.

٢-١٨-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تعيين قيمة ١٠% ناعم للركام و التى تعطى مقياساً نسبياً لمدى مقاومة الركام الكبير للتهديش تحت تأثير حمل ضغط تدريجى.

توجد طريقتان للاختبار واحدة تجرى على الركام الجاف و الأخرى على الركام المشبع بالماء والطريقتان تصلحان للركام الضعيف والركام القوى ويجرى هذا الاختبار بالطريقتين على حبيبات الركام التى تمر من المنخل القياسى ٤ مم والمحبوزة على المنخل القياسى ١٠ مم.

٢-١٨-٣ تعريفات

تحدد قيمة ١٠% ناعم للركام الكبير عن طريق تهشيم عينة من الركام فى أسطوانة من الصلب عن طريق التأثير عليها بحمل ضغط تدريجى. وتعتمد درجة تهشيم الركام على مدى مقاومة الركام للتهديش. وتحدد درجة التهديش عن طريق كمية المواد الناعمة الناتجة من العينة المختبرة. وتكرر التجربة باستخدام قيم مختلفة للحمل الأقصى المؤثر وذلك لتعيين قيمة الحمل الذى سوف يعطى كمية محددة من المواد الناعمة (١٠%) الناتجة من تهشيم عينة الركام ، ويعبر عن قيمة ١٠% ناعم للركام بقيمة هذا الحمل.

٢-١٨-٤ الأجهزة

- مكبال أسطوانى معدنى قطره الداخلى ١٢٠ مم و ارتفاعه الداخلى ١٨٠ مم ويراعى أن يكون هذا المكبال ذا صلابة كافية تمكنه من الاحتفاظ بشكله تحت ظروف الاستعمال.
- قضيب معدنى مستقيم للذمك قطاعه مستدير بقطر ١٥ مم و طوله ٦٠٠ مم بطرف مدبب مستدير.

- أسطوانة من الصلب مفتوحة الطرفين لها مكبس وقاعدة من الصلب كما هو مبين بالشكل رقم (١-١٨-٢) و بالأبعاد كما فى الجدول رقم (١-١٨-٢) ، ويجب أن يكون السطح الداخلى للأسطوانة مشكلاً و مصلاً بالتغليف لتكون درجة صلابته أعلى من أو تساوى رقم فيكرز ٦٥٠.

- ميزان حساس لا تقل قدرته عن ٣ كجم و حساسيته عن ١ جرام.

- المناخل القياسية ذات فتحات مربعة مقاسات ١٤ مم ، ١٠ مم ، ٢,٣٦ مم.

- فرن مهوى حرارته ١٠٠-١١٠ درجة مئوية.

- مكينة اختبار للضغط قادرة على أن تعطى ضغطاً قدرة ٥٠ طنناً بدقة فى حدود ± ٥ طن ويمكن تشغيلها بمعدل منتظم فى التحميل بحيث يصل إلى الحمل الأقصى (٥٠ طنناً) فى مدة ١٠ دقائق.

- مطرقة ذات رأس مطاطى برملى.

- صينية معدنية ذات وزن معلوم بحيث تكفى ٣ كجم من الركام.

- فرشاة من السلك.

* بعض الأدوات التى تستخدم فى حالة اختبار عينة من الركام المشبع بالماء

- قطعة قماش أو ورق نشاف لتجفيف سطح حبيبات عينة الركام بعد الغمر فى الماء.

- سلة من السلك لا تزيد أبعاد الفتحات بين السلك عن ٦,٥ مم.

- وعاء كبير للماء بحيث يكفى أن تغمر بداخله السلة.

- مصدر ماء نظيف.

١-١٨-٢ عينة الاختبار

تحضر عينة الركام المستخدمة فى الاختبار كما يلى :

- تتخل كمية من الركام على المنخلين القياسيين ١٤ مم و ١٠ مم على التعاقب.

- يستعمل فى إجراء الاختبار الركام المار من المنخل القياسى ١٤ مم و المحبوز على المنخل

القياسى ١٠ مم، يملأ المكيال إلى ثلثه بالركام المذكور ويدمك ٢٥ مرة ثم توضع كمية أخرى

معادلة من الركام و يتمك ٢٥ مرة أخرى ثم يملأ المكيال لمستوى أعلى من سطحه ويدمك

- ٢٥ مرة ثم يزال الركام الزائد عن سعة المكىال بتسوية سطحه بقضيب الدمك وتكون كمية الركام التى يحتوىها المكىال حينئذ هى عينة الاختبار.
- تعاد الخطوات ١ و ٢ ثلاث مرات حيث يجب أن تكون عينة الاختبار كافية لإجراء الاختبار ثلاث مرات.
- لإجراء الاختبار على عينة من الركام الجاف يتم تجفيف العينة المجهزة بوضعها فى صينية معدنية داخل الفرن المهى درجة حرارته ١٠٠ - ١١٠ درجة مئوية لمدة أربع ساعات ثم يبرد الركام.
- لإجراء الاختبار على عينة من الركام المشبع توضع عينة الاختبار فى السلة وتغمر فى الماء داخل الوعاء الكبير بحيث يكون سطح الماء أعلى من الطرف العلوى للسلة بمسافة لا تقل عن ٥٠ مم. وتهز السلة المحتوية على عينة الركام بحيث تسمح للهواء المحبوس بين حبيبات الركام بالخروج ، وتغمر العينة لمدة ٢٤ ساعة \pm ٢ ساعة وتكون درجة حرارة الماء \pm ٢٠ ° درجة مئوية، بعد الغمر تخرج العينة من الماء ويجفف سطحها بواسطة قطعة القماش أو الورق النشاف ويجرى الاختبار مباشرة بعد عملية تجفيف سطح عينة الركام.

٢-١٨-٦ خطوات الاختبار

٢-١٨-٦-١ اختبار عينة الركام الجاف

- ١- توضع الأسطوانة الصلب المفتوحة فى مكانها على القاعدة.
- ٢- توضع عينة الاختبار فى الأسطوانة الصلب على ثلاث دفعات متساوية تقريباً وتدمك كل دفعة ٢٥ مرة بواسطة قضيب الدمك ثم يسوى سطح الركام فى الأسطوانة ويوضع فوقها المكبس الصلب ويراعى عدم حشر المكبس فى الأسطوانة.
- ٣- توضع الأسطوانة والقاعدة والمكبس فى مكنة اختبار الضغط ثم يحمل المكبس تدريجياً بمعدل منتظم حتى نحصل على هبوط للمكبس داخل الأسطوانة فى زمن مقداره ١٠ دقائق \pm ٣٠ ثانية بالقيم التالية:
- ١٥ مم للركام المستدير أو شبه المستدير مثل الزلط الطبيعى غير المكسر.
- ٢٠ مم للركام من كسر الحجارة.
- ٢٥ مم للركام المسامى مثل ركام خبث الأفران.

ملحوظة:

- عند بداية الاختبار وفى المراحل الأولى للتأثير بالحمل فإنه يمكن أن يحدث هبوط بقيمة كبيرة للمكبس داخل الأسطوانة ، وبالتالي فإنه من الصعب المحافظة على معدل التحميل مما يتطلب تغيير معدل التحميل فى بداية الاختبار ، هذا التغيير يجب أن يكون أقل ما يمكن وبحيث يكون الزمن الكلى للتأثير بالحمل وإكمال الاختبار حتى الهبوط المطلوب قدره ١٠ دقائق \pm ٣٠ ثانية.

- إذا عُلِمَت قيمة مقاومة الركام الكبير للصدم (Aggregate Impact Value AIV) فإن قيمة الحمل اللازم للحصول على ١٠% ناعم يمكن استنتاجها بواسطة المعادلة التالية :

$$\text{Test Load (kN)} = 40000 / \text{AIV}$$

حيث أن:

Test Load = حمل الاختبار (كيلو نيوتن)

AIV = قيمة مقاومة الركام الكبير للصدم

ويمكن الاستغناء عن قياس هبوط المكبس داخل الأسطوانة ، وقد وجد أن هذه الطريقة تعطى قيمة مواد ناعمة ناتجة من التهشيم فى حدود القيم المسموح بها والتي تتراوح بين ٧,٥% حتى ١٢,٥%

٤ - تسجل قيمة الحمل (f) لأقرب كيلو نيوتن المسبب لهبوط المكبس القيمة المطلوبة ثم يزال الحمل.

٥ - يفرغ الركام من الأسطوانة فى الصينية المعدنية باستخدام المطرقة المطاط والفرشاة السلك لتنظيف الأسطح الداخلية للأسطوانة وتوزن العينة لأقرب جرام وليكن وزنها (M1)، ثم تنخل العينة على المنخل القياسى ٢,٣٦ مم ويعين وزن الركام المحجوز على المنخل والركام المار من المنخل لأقرب جرام ولتكن الأوزان (M2) و (M3) على التوالى، إذا كان مجموع الوزنتين (M2) و (M3) يختلف عن وزن العينة الكلى (M1) بأكثر من ١٠ جرام ترفض العينة ويعاد الاختبار على عينة أخرى.

٦ - يتم حساب النسبة المئوية للمار (P) من المنخل القياسى ٢,٣٦ مم كما يلى:

$$P = 100 * M_3 / M_1 (\%)$$

٧ - إذا كانت النسبة المئوية للمار لا تتراوح بين ٧,٥% إلى ١٢,٥% يعاد الاختبار مرة أخرى على عينة جديدة مع تعديل قيمة الحمل الأقصى وذلك للحصول على نسبة مئوية للمار فى الحدود المطلوبة.

٨ - يعاد الاختبار على عينة أخرى من الركام باتباع الخطوات من ١ حتى ٧ مع مراعاة قيمة الحمل المناسب للحصول على نسبة مثوية للمار فى حدود ٧,٥% إلى ١٢,٥%.

٢-١٨-٦-٢ اختبار عينة الركام المشبع

- ١ - تتبع نفس الخطوات السابقة والمتبعة فى اختبار العينة الجافة ولكن بعد تفريغ عينة الركام من الأسطوانة يتم تجفيفها فى الفرن المهووى درجة حرارته ١٠٠ - ١١٠ درجة مئوية وذلك حتى الحصول على وزن ثابت للعينة أو على الأقل لمدة ١٢ ساعة.
- ٢ - تترك العينة الجافة حتى تبرد ثم تتبع نفس الخطوات السابقة من خطوة ٥ حتى ٨ والمتبعة فى اختبار العينة الجافة.

ملحوظة:

- للعينات المشبعة لا يصلح استخدام قيمة مقاومة الركام الكبير للصدم (AIV) لاستنتاج قيمة الحمل الأقصى اللازم للحصول على نسبة مثوية للمار من المنخل القياسى ٢,٣٦ مم فى الحدود المطلوبة.

٢-١٨-٧ الاحتياطات

- يجب مراعاة نخل كمية كافية من الركام على المناخل القياسية للحصول على عينة الاختبار.
- يجب مراعاة دمج عينة الاختبار عند وضعها فى الأسطوانة.
- يجب مراعاة ملء الأسطوانة بعينة الاختبار على ثلاث دفعات ودمك كل دفعة ٢٥ مرة بتضيق الدمك.
- يجب مراعاة العناية بتفريغ العينة من الأسطوانة بعد الاختبار.

٢-١٨-٨ حساب النتائج

- ١- يحسب لكل اختبار من الاختبارين قيمة الحمل (F) لأقرب كيلو نيوتن اللازم للحصول على قيمة ١٠% ناعم بحيث تكون النسبة المثوية للمار من المنخل القياسى ٢,٣٦ مم تتراوح بين ٧,٥% إلى ١٢,٥% كما يلى:

$$F = (f \times 14) / (m + 4)$$

حيث أن:

f = الحمل الأقصى المستخدم فى الاختبار (كيلو نيوتن).

m = النسبة المثوية للمار بعد التهشيم بالحمل الأقصى من المنخل القياسى ٢,٣٦ مم.

٢- يحسب متوسط قيمة الحمل (F) للاختبارين لأقرب ١٠ كيلو نيوتن إذا كانت قيمة الحمل ١٠٠ كيلو نيوتن أو أكثر ولأقرب ٥ كيلو نيوتن إذا كانت قيمة الحمل أقل من ١٠٠ كيلو نيوتن.

٣- يسجل متوسط نتيجتي الاختبارين لأقرب رقم صحيح على أنه قيمة ١٠% ناعم للركام المختبر، على أن يكون الفرق بين النتيجةين أقل من ١٠ كيلو نيوتن أو ١٠% من متوسط النتيجةين ، أما في حالة إذا كان الفرق بين النتيجةين أكبر من ١٠ كيلو نيوتن أو ١٠% من المتوسط يجب أن يعاد الاختبار مرة أخرى على عينتين جديدتين ثم يحسب متوسط الأربع نتائج لأقرب ١٠ كيلو نيوتن إذا كانت قيمة الحمل ١٠٠ كيلو نيوتن أو أكثر ولأقرب ٥ كيلو نيوتن إذا كانت قيمة الحمل أقل من ١٠٠ كيلو نيوتن.

ملحوظة:

يحسب متوسط الأربع نتائج باستبعاد أكبر وأصغر قيمة ويحسب متوسط النتيجةين المتبقيتين.

٢-١٨-٩ حدود القبول والرفض

الاستخدام	قيمة ١٠% ناعم (كيلو نيوتن)
خرسانة أرضيات للاستخدام الشاق	لا تقل عن ١٥٠
خرسانة أرضية	لا تقل عن ١٠٠
خرسانات أخرى	لا تقل عن ٥٠

٢-١٨-١٠ التقرير

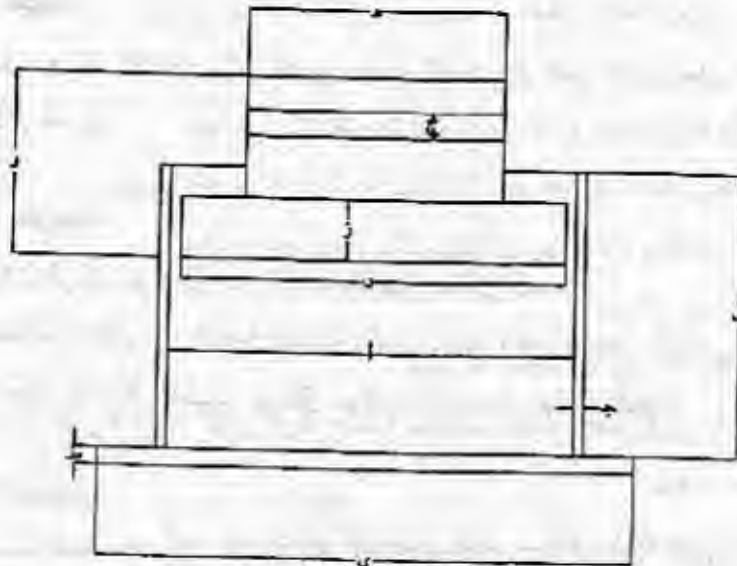
يجب أن يتضمن التقرير قيمة ١٠% ناعم للركام وحالة عينة الركام المختبرة (جافة أم مشبعة) ويمكن أن يتضمن التقرير تعريف وتوصيف العينة.

٢-١٨-١١ المراجع

- المواصفات القياسية البريطانية "اختبار تعيين الحمل المسبب لنسبة ١٠% نعومة للركام" BS 812 Part 111-1990
- اختبار التحليل بالمناخل للركام (اختبار ٢-٢) .

جدول رقم (٢-١٨-١) الأبعاد الرئيسية للأسطوانة والقاعدة والمكبس (جميع الأبعاد بالمليمتر)

الجزء	البعد	القطر الاسمى الداخلى للأسطوانة ١٥٠ مم
الأسطوانة	القطر الداخلى (أ) العمق الداخلى (ب) أقل سمك للجدار (جـ)	154 ± 0.5 ١٢٥ إلى ١٤٠ ١٦.٠
المكبس	قطر المكبس (د) قطر المصد (هـ) ارتفاع المكبس و المصد (و) أقل سمك للمكبس (ز) قطر الثقوب فى المصد (ح)	152 ± 0.5 < 90 حتى \geq (د) ١٠٠ إلى ١١٥ لا يقل عن ٢٥.٠ 2.0 ± 0.1
القاعدة	أقل سمك (ط) طول ضلع القاعدة المربعة (ى)	١٠.٠ ٢٠٠ إلى ٢٣٠



شكل رقم (٢-١٨-١) الأسطوانة المعدنية والقاعدة والمكبس

٢-١٩ اختبار تعيين معامل الصدم للركام الكبير (اختبار متانة الركام)

TEST METHOD FOR THE DETERMINATION OF
AGGREGATE IMPACT VALUE

٢-١٩-١ عام

- يعتبر هذا الاختبار من الاختبارات الميكانيكية التى تجرى لتحديد متانة حبيبات الركام الكبير وهو من الاختبارات الاختيارية التى تجرى فى حالة الحاجة إليها ولا ينص على إجرائها كشرط لقبول أو رفض الركام.
- تعبر مقاومة الركام للانهدام بتأثير الصدم عن متانته. وتقاس بتحديد معامل الصدم للركام الذى يكون مقياساً نسبياً لمقاومة حبيبات الركام للصدم حيث قد تختلف مقاومة حبيبات الركام لأحمال الصدم عن مقاومتها لأحمال الضغط الإستاتيكية .
- ويمكن إجراء الاختبار بطريقتين: فى الطريقة الأولى يكون الركام المختبر فى الحالة الجافة وفى الثانية يكون فى الحالة الرطبة. ولا تصلح حبيبات الركام بمقاسات أكبر من ١٤ مم لإجراء هذا الاختبار ولكن يجرى على الحبيبات المارة من منخل ٤ مم والمحمولة على منخل ١٠ مم.

٢-١٩-٢ الهدف

- يهدف هذا الاختبار إلى تعيين معامل الصدم للركام، الذى يعطى مقياساً نسبياً لمقاومة حبيبات الركام للصدم.

٢-١٩-٣ تعريفات

- متانة حبيبات الركام هى مقاومة الركام للانهدام بتأثير الصدم.
- عامل الصدم للركام هو النسبة المئوية بالوزن المارة من المنخل القياسى ٢,٣٦ مم وذلك بعد تعريض عينة الاختبار للصدم من ثقل ساقط رأسياً على سطح العينة.

٢-١٩-٤ الأجهزة

- جهاز صدم كما هو مبين بالشكل رقم (٢-١٩-١). يتراوح وزن الجهاز الكلى بين ٤٥ إلى ٦٠ كيلوجراما ويتكون مما يأتى:

- قاعدة معدنية مستديرة يتراوح وزنها بين ٢٢-٣٠ كجم ولا يقل قطرها عن ٣٠٠ مم ومركزة على سطح مستو لا تقل ثخانتة عن ٤٥٠ مم من الخرسانة العادية أو الحجارة الصلدة وذلك بكيفية تمنع جهاز الاختبار من الحركة أو الاهتزاز.
- وعاء أسطوانى من الصلب لتوضع به عينة الاختبار على أن يكون سطحه الداخلى مصلدا بحيث يمكن تثبيته تماما فى مركز القاعدة ورفع به بسهولة. ويكون قطر الوعاء الداخلى 102 ± 0.5 مم وارتفاعه الداخلى 250 ± 0.25 مم أما سمكه فلا يقل عن ٦ مم.
- ثقل من الصلب يزن من ١٣,٥ إلى ١٤ كجم على أن تكون نهايته السفلى مصلدة وأسطوانية الشكل بقطر 100 ± 0.5 مم وطول 150 ± 0.15 مم وبها شطف فى الحافة السفلية بطول ١,٥ مم على أن تنزلق المطرقة حرة بين الموجهين الرأسيين فوق الوعاء الأسطوانى السابق ذكره ومتمركزة معه.
- وسيلة لرفع الثقل وإسقاطه إسقاطا حرا بين الموجهين من ارتفاع 380 ± 5 مم على عينة الاختبار الموجودة بالوعاء.
- وسيلة لتثبيت الثقل عند وضع أو رفع الوعاء المحتوى على عينة الاختبار.
- المناخل القياسية ذات الفتحات ١٤ ، ١٠ ، ٢,٣٦ مم
- مكيال أسطوانى معدنى قطره الداخلى ٧٥ + ١ مم وارتفاعه الداخلى 50 ± 1 مم ويراعى أن يكون هذا المكيال ذا صلابة كافية تمكنه من الاحتفاظ بشكله تحت ظروف الاستعمال.
- قضيب معدنى مستقيم للتمك من قطعه مستدير بقطر 16 ± 1 مم وطول 600 ± 5 مم ونهايته مستديرة .
- ميزان حساس لا تقل قدرته عن ٥٠٠ جرام وحساسيته $0.1 \pm$ جم
- فرن جيد التهوية يمكن تحديد درجة حرارته عند 105 ± 5 درجة مئوية.
- إناء معدنى ذو وزن معلوم وحجم يتسع لكيلوجرام واحد من الركام.
- فرشاة جاسنة ذات شعر خشن.
- أجهزة إضافية لاختبار الركام فى الحالة الرطبة:
- قطع من قماش أو ورق ماص للماء لتجفيف أسطح الركام بعد غمره فى الماء بمقاس لا يقل عن ٧٥٠ مم × ٤٥٠ مم
- سلة أو أكثر من شبك السلك بحيث لا يقل مقاس الفتحات عن ٦,٥ مم .
- وعاء محكم ضد نفاذية الماء يمكن غمر السلة (أو السلال) به.
- كمية من ماء الشرب.

٢-١٩-٥ العينات

تحضر عينة الركام طبقاً لطريقة الاختبار رقم (٢-١) وذلك حتى تنتج عينة ركام كلية ذات وزن يكفى لثلاث عينات تتراوح مقاسات حبيباتها بين ٤مم و ١٠مم. ويمكن الاسترشاد بالجدول رقم (٢-١٩-١) .

٢-١٩-٥-١ عينات الاختبار فى الحالة الجافة

- ينخل الركام الجاف على المنخلين القياسيين مقاسى ٤مم و ١٠مم للتخلص من مقاسات الركام الأكبر والأصغر من المقاسات المطلوبة. ثم تقسم الكمية الناتجة ثلاثة أقسام للحصول على ثلاث عينات اختبار بأوزان مناسبة لملء المكىال المعدنى المذكور فى البند رقم (٢-١٩-٤) وبالطريقة المشروحة فى الخطوة التالية.
- تجفف عينات الاختبار بالتسخين حتى درجة حرارة 100 ± 5 درجة مئوية لمدة لا تزيد عن ٤ ساعات، ثم تبرد العينات فى درجة حرارة الغرفة قبل إجراء الاختبار.
- يملأ المكىال المعدنى بركام عينة الاختبار بواسطة مغرفة حتى يفيض. يدمك الركام ٢٥ دمكة بالطرف المستدير من قضيب الدمك بحيث يسقط قضيب الدمك كل مرة من ارتفاع حوالى ٥٠ سم فوق سطح الركام ويحيث تكون الدمكات موزعة بالتساوى فوق سطح الركام. يزال الركام الزائد ويسوى السطح جيداً. يسجل الوزن الصافى للركام فى المكىال ويستخدم نفس هذا الوزن للعينة الثانية.

٢-١٩-٥-٢ عينات الاختبار فى الحالة الرطبة

- تجهز عينة الاختبار الكلية باستخدام الطريقة الموضحة بالبند رقم (٢-١٩-٥) ولكن بحالتها الموردة بها وليست بالحالة الجافة. ثم تقسم وتوضع كل عينة فى سلة من السلك و تغمر فى وعاء محكم به ماء . يدمك الركام وهو مغمور فى الماء ٢٥ دمكة بمعدل مرة كل ثانية ويظل مغموراً لمدة 24 ± 2 ساعة مع الاحتفاظ بدرجة حرارة الماء عند 20 ± 5 درجة مئوية.
- ترفع السلة من الماء وتزال منها عينة الركام ويجفف سطح حبيبات الركام ثم يجرى الاختبار مباشرة كما هو موضح بالبند رقم (٢-١٩-٦) .

٢-١٩-٦ خطوات الاختبار

٢-١٩-٦-١ اختبار العينات فى الحالة الجافة

١ - توضع مكنة الصدم على القاعدة بحيث يكون موجهها النقل الساقط رأسيين. يثبت الوعاء فى مكانه على قاعدة جهاز الاختبار وتوضع به عينة الاختبار وتدمك ٢٥ مرة بقضيب الدمك. يرفع النقل بحيث تكون المسافة بين سطحه السفلى والسطح العلوى للركام الموجود فى الوعاء 5 ± 380 مم ثم يترك ليستقر حرا تحت تأثير وزنه على الركام وتكرر عملية الصدم المذكور بحيث يكون العدد الكلى للصدمات خمس عشر مرة على ألا تقل الفترة بين كل صدمة وأخرى عن ثانية.

٢ - يرفع الوعاء ويفرغ الركام بالطرق بواسطة مطرقة مطاط وتفرغ الحبيبات الملتصقة بالوعاء والمطرقة بواسطة الفرشاة ذات الشعر الخشن فى إناء معدنى. يوزن الإناء والركام ويحدد وزن الركام وليكن M_1 " لأقرب ٠,١ جم.

٣ - تتخل العينة على المنخل القياسى ٢,٣٦ مم ثم يعين وزن الركام المار من والمنحجوز على هذا المنخل لأقرب ٠,١ جم. وليكن وزنه M_2 " و M_3 " على التوالى وإذا كان مجموع الوزن المار والوزن المنحجوز $M_2 + M_3$ يختلف عن الوزن الكلى لعينة الركام M_1 " بأكثر من ١ جم فتلقى هذه النتيجة ويكرر الاختبار بعينة أخرى.

٢-١٩-٦-٢ اختبار العينات فى الحالة الرطبة

١ - تتبع نفس الإجراءات المبينة فى البند رقم (٢-١٩-٦) إلا أن العدد الكلى للصدمات التى تعرض لها عينة الركام يكون هو العدد اللازم لإنتاج ما بين ٥-٢٠% من المواد الفاعمة تحسب بالطريقة المذكورة فى البند رقم (٢-١٩-٦).

٢ - تزال عينة الركام المهشمة من الوعاء وتجفف فى فرن حتى درجة حرارة 105 ± 5 درجة مئوية وحتى يثبت وزنها أو لمدة لا تقل عن ١٢ ساعة. تبرد العينات ثم توزن لأقرب جرام وليكن وزنها M_1 ". تستكمل الخطوات كما هو مبين بالبند رقم (٢-١٩-٦) وذلك بداية من نخل العينة على منخل ٢,٣٦ مم.

٢-١٩-٧ احتياطات

- يجب مراعاة عدم فقد أى جزء من عينة الاختبار أثناء إجراء الاختبار.

- يجب التأكد من نظافة المناخل المستخدمة وسلامة فتحاتها.

٢-١٩-٨ النتائج

- الركام فى الحالة الجافة

تُحسب قيمة معامل الصدم كنسبة مئوية ولأول رقم عشرى لعينات الاختبار من المعادلة الآتية:

$$AIV = \frac{M_2}{M_1} * 100$$

حيث:

AIV - معامل الصدم للركام

 M_1 - وزن العينة (جم) M_2 - وزن الركام المار من منخل ٢,٣٦ مم (جم)

- الركام فى الحالة الرطبة

يُحسب وزن المواد الناعمة m كنسبة مئوية من الوزن الكلى لكل عينة اختبار من المعادلة الآتية:

$$m = \frac{M_2}{M_1} * 100$$

حيث:

 M_1 - وزن العينة الجافة (جم) M_2 - وزن الركام الجاف المار من منخل ٢,٣٦ مم (جم)

تُحسب قيمة معامل الصدم كنسبة مئوية ولأول رقم عشرى لعينات الاختبار من المعادلة الآتية:

$$AIV = \frac{15m}{n}$$

حيث:

 n عدد الصدمات التى تعرضت لها العينة.

- يُحسب متوسط نتيجتى اختبارين، لأقرب رقم صحيح، ليعبر عن قيمة معامل الصدم للركام المختبر إلا إذا كانت نتيجة الاختبارات الفردية تختلف بأكثر من ١٥% من القيمة المتوسطة. فى هذه الحالة يعاد الاختبار على عيّنتين أخريين ويؤخذ متوسط الأربع نتائج لأقرب رقم

صحيح كمعامل الصدم للركام المختبر. وفي حالة الركام الرطب يجب الإشارة إلى عدد الصدمات التى تعرضت لها العينة.

ملحوظة:

يحسب متوسط الأربع نتائج بشطب أعلى نتيجة وأقل نتيجة وأخذ متوسط النتيجتين المتبقيتين.

٩-١٩-٢ حدود القبول والرفض

- لا تتعدى قيمة معامل الصدم للركام الكبير ٤٥ % بالوزن وذلك كركام مستخدم فى الخرسانة التى لا تتعرض أسطحها للتآكل
- لا تتعدى قيمة معامل الصدم للركام الكبير ٣٠ % وذلك كركام مستخدم فى الخرسانة التى تتعرض أسطحها للتآكل مثل ممرات المطارات والطرق.

١٠-١٩-٢ التقرير

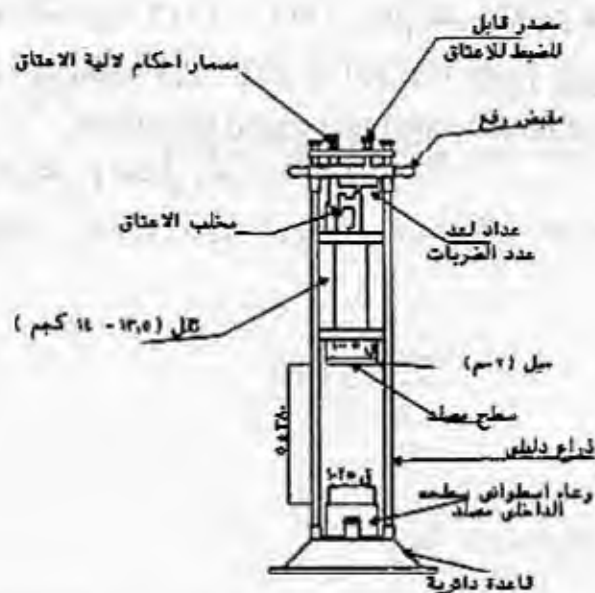
- يجب أن يتضمن التقرير قيمة معامل الصدم للركام وحالة عينة الركام المختبرة (جافة أم مشبعة) ويمكن أن يتضمن التقرير تعريف وتوصيف العينة.

١١-١٩-٢ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩ - ١٩٧١ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.
- المواصفات القياسية البريطانية BS 812: Parts 100, 101 & 102-1989
- Sampling and testing of mineral aggregate sand and fillers
- طرق أخذ عينات الركام (اختبار رقم ١-٢)

الجدول رقم (٢-١٩-١) دليل استرشادى لأقل وزن لعينة الاختبار الكلية اللازمة للحصول على الوزن المناسب لعينات الركام لاختبار تحديد عامل الصدم.

مقاس الركام (مم)	أقل وزن لعينة الاختبار الكلية (كجم)*
ركام شامل مقاس اعتبارى أكبر ٤٠	٢٠
ركام شامل مقاس اعتبارى أكبر ٢٠	١٥
ركام مدرج من ٤٠ الى ٥	١٢
ركام مدرج من ٢٠ الى ٥	٨
ركام مدرج من ١٤ الى ٥	٥
* ركام نو كثافة عادية	



الشكل رقم (٢-١٩-١) - مكينة اختبار الصدم للركام

٢-٢٠-٢ اختبار تعيين درجة التآكل بالاحتكاك للركام الصغير

TEST METHOD FOR DEGRADATION OF FINE AGGREGATE DUE TO ATTRITION

٢-٢٠-٢-١ عام

- تصف طريقة الاختبار خطوات تعيين درجة التآكل بالاحتكاك للركام الصغير نتيجة خلط الخرسانة فى الخلطات الميكانيكية أو عند تقليب الخرسانة فى سيارات نقل الخرسانة.
- يستلخص الاختبار فى تعريض عينة من الركام الصغير ذات تدرج محدد إلى تقليب قوى تحت الماء بواسطة دافعة تدار بسرعة عالية . ويقاس التآكل الحادث بالركام الصغير بالنقص فى معايير النعومة والزيادة فى كمية المواد الناعمة (المواد التى يقل مقاسها عن ٠,٠٧٥ مم).

٢-٢٠-٢-٢ الهدف

- تميل بعض أنواع الركام الصغير (والتي قد تفى باشتراطات المواصفات القياسية للركام) إلى التآكل نتيجة الاحتكاك فى خلطات الخرسانة مما يؤثر على متطلبات ماء الخلط والهواء المحبوس والقوام . ويفيد هذا الاختبار فى بيان مدى قابلية الركام الصغير للتآكل.
- يمكن استخدام هذا الاختبار كطريقة ابتدائية لتقييم حالة الركام وبيان مدى الحاجة إلى إجراء اختبارات أخرى مثل التقييم البتروجرافى أو اختبار مونة مستخدم بها الركام الصغير المشكوك فيه.

- يعتبر هذا الاختبار ذا فائدة فى مقارنة نتائج مواد غير معلومة المصدر أو ليس لها سابق تجربة عند استخدامها مع الخرسانة مع نتائج مواد تم استخدامها بنجاح فى إنتاج الخرسانة

٢-٢٠-٢-٣ الأجهزة

- مناخل مقاسات ٠,٠٧٥ مم، ٠,١٥ مم، ٠,٣٠ مم، ٠,٦ مم، ١,١٨ مم، ٢,٣٦ مم، ٤,٧٥ مم، ١٠ مم.
- ميزان له حساسية ٠,١ جرام أو ٠,١ % من الحمل أيهما أكبر.
- فرن بمقاس مناسب يمكنه الحفاظ على درجة الحرارة 110 ± 5 درجة مئوية
- جهاز التآكل: ويتكون كما هو موضح فى شكل رقم (٢-٢٠-٢)، (٢-٢٠-٢) من وعاء ثمانى الشكل من صلب لا يصدأ بارتفاع ١٤٠ مم وعرض لا يقل عن ١١٠ مم. كما يزود الوعاء بغطاء محكم به فتحة لعمود الإدارة . والجهاز مزود بعمود إدارة رأسى بقطر ١٩ مم بحيث يمكن خفضه داخل الوعاء إلى أن يصل إلى الوضع المطلوب. ومركب على عمود الإدارة ثلاث مجموعات أفقية يتكون كل منها من ستة أنصال من الصلب الذى لا يصدأ كما

- هو موضح بشكلى (٢-٢٠-١) (ملحوظة: يدار عمود الإدارة بمجموعة الأتصال المركبة عليه أثناء الاختبار بمعدل ٨٥٠ لفة/دقيقة).
- جهاز الإدارة : موتور كهربائى أو متقاب مناسب لإدارة الدافعة (عمود الإدارة ومجموعة الأتصال المركبة عليه) داخل الوعاء فى اتجاه عقارب الساعة كما هو موضح فى الشكل (٢-٢٠-١) ، على أن يكون الموتور قادراً على إدارة الدافعة بمعدل ١٥٠ لفة/الدقيقة مع وجود العينة والماء داخل الوعاء.

٢-٢٠-٤ العينات

- تحضر عينة الاختبار بتجزئة العينة الكلية طبقاً لطرق أخذ عينات الركام (اختبار رقم ٢-١)
- تحضر على الأقل عينة اختبار وزن كل منها 500 ± 5 جرام بحيث تكون ذات تدرج محدد مسبقاً . ويبين جدول رقم (٢-٢٠-١) خمسة تدرجات مختلفة يمكن استخدامها لهذا الغرض.
- عند تجهيز عينات الاختبار لتعادل واحداً من التدرجات المبينة بجدول رقم (٢-٢٠-١) تزال المواد الناعمة بالغسيل طبقاً لاختبار تعيين نسبة الطين والمواد الناعمة بالركام بطريقة الوزن (اختبار ٢-١١) ثم تجفف العينة وتصل إلى مقاسات مختلفة باستخدام المناخل طبقاً لاختبار التحلول بالمناخل للركام (اختبار رقم ٢-٢) ثم يعاد خلط المقاسات المختلفة للحصول على التدرج المطلوب.
- عند إجراء الاختبار على أحد التدرجات القياسية الواردة بجدول رقم (٢-٢٠-١) يستخدم أقرب تدرج يشابه تدرج الركام الأسمى المورد وعند مقارنة أنواع مختلفة من الركام الصغير يجب استخدام نفس التدرج القياسى لكل العينات.

٢-٢٠-٥ خطوات الاختبار

- ١- توزن عينة الركام الصغير الجاف ويعين الوزن الجاف لأقرب ٠,١ جرام.
- ٢- يوضع وعاء جهاز التآكل والدافعة بداخله على قاعدة المتقاب ويضبط مكان إيقاف المتقاب فى الاتجاه الرأسى بحيث تبعد نهاية الرافعة مسافة (3 ± 1) مم عن قاعدة الوعاء كما هو موضح بشكلى رقم (٢-٢٠-١) على أن تجرى تلك التجهيزات قبل كل اختبار وقبل وضع العينة داخل الوعاء.
- ٣- ترفع الدافعة من الوعاء وتوضع العينة فى وعاء جهاز التآكل باستخدام قمع على أن يتم التحقق من أن جميع أجزاء العينة قد وضعت بالوعاء (تستخدم فرشاة لإزالة الحبيبات العالقة بالقمع ووضعها بوعاء جهاز التآكل) ثم يضاف 175 ± 5 جرام ماء وتوضع الدافعة فى الوعاء فى مكانها ثم يوضع الغطاء بإحكام لتجنب فقد أى جزء من الركام أو الماء.

- ٣- يدار الموتور الكهربى لمدة $6 \pm 10/1$ دقيقة إذا كان معدل دورانه ٨٥٠ لفة /دقيقة أو حتى تكتمل عدد اللفات 5100 ± 85 لفة.
- ٤- يرفع وعاء جهاز التآكل بالدافعة والغطاء من قاعدة المتقاب وتوضع جميع الأجزاء فى وعاء غسيل حيث يتم غسيل العينة وفصلها عن أجزاء جهاز التآكل باستخدام أقل كمية ممكنة من الماء مع تجنب فقدان أى جزء من العينة.
- ٥- تُترك العينة لتترسب حتى يصبح ماء الغسيل رائقا ثم يصب أكبر قدر ممكن من هذا الماء بشرط تجنب فقد أى جزء من العينة.
- ٦- تجفف العينة حتى يثبت الوزن ويسجل الوزن الجاف ، إذا كان الفقد فى وزن العينة ٣ جرام أو أقل فيتم استكمال باقى خطوات الاختبار كما هو موضح بالخطوات من ٧ إلى ٩ أما إذا زاد الفقد فى الوزن عن ٣ جرام فإن الاختبار يعتبر غير صالح ويجب إعادته من البداية.
- ٧- تعين نسبة المواد الناعمة بطريقة الوزن (اختبار ٢-١١) على العينة التى تم تعرضها للتآكل ثم يجرى اختبار التحليل بالمناخل (اختبار ٢-٢) على الجزء المتبقى.
- ٨- يجرى الاختبار مرة أخرى على العينة الثانية.
- ٩- توزن الرافعة بعد الاختبار ويسجل الوزن للكشف عن أى فرق يحدث فى وزن الرافعة مع الوقت.

٢-٢٠-٦ حدود القبول أو الرفض

لا توجد حدود قبول أو رفض لهذا الاختبار ولكن يمكن استخدام نتائج هذا الاختبار كطريقة ابتدائية لتقييم حالة الركام وبيان مدى الحاجة إلى إجراء اختبارات أخرى مثل الفحص البتروجرافى أو اختبار مونة مستخدم بها الركام الصغير المشكوك فيه. كما يمكن استخدام نتائج هذا الاختبار فى مقارنة نتائج مواد غير معلومة المصدر أو ليس لها سابق تجربة عند استخدامها مع الخرسانة مع نتائج مواد تم استخدامها بنجاح فى إنتاج الخرسانة

٢-٢٠-٧ التقرير

يحتوى التقرير على البيانات التالية

- ١ - المعلومات
 - اسم معمل الاختبار وعنوانه
 - اسم العميل
 - تاريخ ورود العينة
 - تاريخ إجراء الاختبار

- المواصفات القياسية المتبعة
- توصيف العينة
- طريقة وظروف حفظ العينات
- حدود القبول أو الرقض طبقا للمواصفات المتبعة
- توقيعات المسؤولين عن إجراء الاختبار وإعداد التقرير واعتماد (الفنى-المهندس-المدير)

٢ - النتائج

- التدرج الحبيبي للركام بحالته عند التوريد
- التدرج الحبيبي للركام المستخدم فى الاختبار (من جدول رقم ٢-٢٠-١ أو حسب ما يتم تحديده).
- التدرج الحبيبي بعد التآكل بالاحتكاك
- نسبة المواد الناعمة التى تمر من منخل ٠,٠٧٥ مم بعد الاختبار.
- معايير النعومة قبل وبعد التآكل بالاحتكاك
- وزن الرافعة بعد الاختبار

٢-٢٠-٨ المراجع

ASTM C1137-90 " Standard Test to Attrition"

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد "طريقة الاختبار القياسى لتعيين درجة التآكل بالاحتكاك للركام الصغير" (ASTM C1137-90)

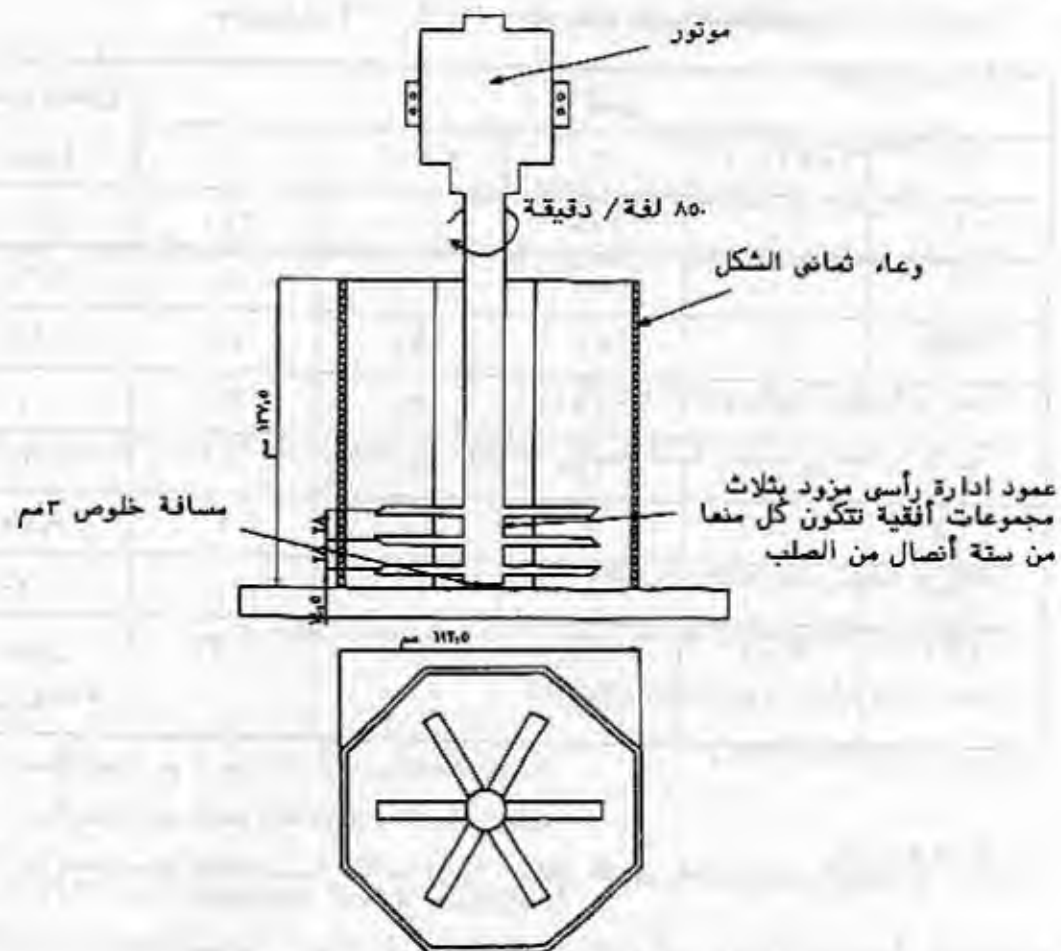
جدول رقم (٢-٢٠-١) - تدرجات اختيارية للاختبار

% للمار					مقاس المنخل
٣	٢-١-٠٠	٢	١-٠-٠	١	(مم)
١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٥,٠٠
١٠٠	١٠٠	٨٨	١٠٠	٨٠	٢,٣٦
٨٥	٨٠	٧٤	٦٠	٥٠	١,١٨
٦٠	٥٠	٤٩	٣٠	٢٥	٠,٦
٣٠	٢٠	٢٠	١٠	١٠	٠,٣
١٠	-	٥	-	٢	٠,١٥
-	-	-	-	-	٠,٠٧٥
٢,١٥	٢,٥٠	٢,٦٤	٣,٠٠	٣,٣٣	معايير النعمية***

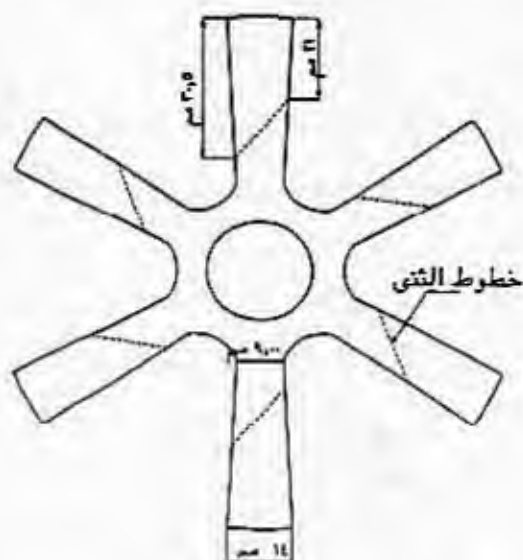
* مماثل لعينة رقم ١ بعد إزالة الأجزاء الناعمة والخشنة

** مماثل لعينة رقم ٢ بعد إزالة الأجزاء الناعمة والخشنة

*** يتم حساب معايير النعمية طبقا لما هو وارد باختبار التحليل بالمناخل للركام (اختبار رقم ٢-٢)



شكل رقم (٢-٢٠-١) - جهاز التآكل



شكل رقم (٢-٢٠-٢) - تفاصيل الاتصال

٢-٢١ اختبار تعيين الشوائب العضوية للركام

DETERMINATION OF ORGANIC IMPURITIES

٢-٢١-١ عام

الاختبار خاص بالإستدلال عن الشوائب العضوية بالركام الصغير المستخدم فى المونة والخرسانة .

٢-٢١-٢ الهدف

الإستدلال على وجود مواد عضوية بالركام الناعم لتحديد ما إذا كانت توجد شوائب عضوية بالركام الصغير وذلك بمقارنة نتيجة الاختبار بمحلول قياسي يحتوى على نسبة من المواد العضوية فى حدود المسموح بتواجده بالركام الناعم .

٢-٢١-٣ تعريفات

الشوائب العضوية هى مواد عضوية تتواجد فى الركام من المصادر الطبيعية .

٢-٢١-٤ الأجهزة

ميزان حساسيته ٠.١ ملليجرام .

عدد ٢ مخبر مدرج من الزجاج سعة ٢٠٠ مل .

٢-٢١-٥ العينات

تكون العينة الموردة للاختبار ممثلة للركام الصغير وتستخدم بدون تجفيف .

٢-٢١-٦ خطوات الاختبار

١- يجهز محلول ٢ ٪ من حمض التانيك المذاب فى ١٠ ٪ كحول إيثيلى .

٢- يجهز محلول ٣ ٪ من هيدروكسيد الصوديوم .

٣- يملأ المخبر الأول بالرمل الناعم المورد بدون تجفيف حتى ١٠٠ مل ثم يضاف إليه محلول ٣ ٪ هيدروكسيد الصوديوم حتى يصير حجم الرمل والمحلول ١٥٠ مل ثم يغطى المخبر بغطائه الزجاجى ثم يرج جيداً .

٤- يجهز المحلول القياسي بماء ٩٧,٥ مل من محلول حمض التانيك في المخبر الثاني ويضاف إليه ٢,٥ مل من محلول ٣ ٪ هيدروكسيد الصوديوم ، ويغطى المخبر ثم يرج جيدا .

٧-٢١-٢ النتائج

تقدر كمية الشوائب العضوية الموجودة بالركام الصغير بمقارنة لون المحلول فوقه بلون المحلول القياسي بعد ٢٤ ساعة .

٨-٢١-٢ حدود القبول والرفض

- إذا كان لون المخبر المحتوى على الرمل فاتحا عن لون المحلول القياسي يعتبر الرمل مقبولا حيث أن كمية من الشوائب العضوية به - إن وجدت - تعتبر عديمة التأثير .
- أما إذا كان لون المحلول فوق الرمل فاتحا عن لون المحلول القياسي فإن ذلك يدل على احتواء الرمل على كمية ملحوظة من الشوائب العضوية ، وحينئذ لا يعتبر الرمل مقبولا إلا إذا أجرى عليه الاختبار (٢-١٤) لتعيين درجة الضرر على مقاومة الضغط للمونة .

٩-٢١-٢ المراجع

ASTM C40-84 Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregate for Concrete

المواصفات القياسية المصرية ١١٠٩/١٩٧١ - ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية .

٢٢-٢ تعيين محتوى الأملاح

DETERMINATION OF SALTS CONTENT

يعين هذا الاختبار الأملاح الضارة بالركام الكبير والصغير وتمثل هذه الأملاح فى الكلوريدات والكبريتات .

Chlorides (Cl^-) content

١-٢٢-٢ محتوى الكلوريدات

١-١-٢٢-٢ عام

تعيين الكلوريدات على هيئة (Cl^-) بعد ذوبانه بالماء ومعايرته بمحلول عيارى من نترات الفضة .

٢-١-٢٢-٢ الهدف

تعيين نسبة الكلوريدات بالركام .

٣-١-٢٢-٢ تعريفات

الكلوريدات على هيئة (Cl^-) تمثل الكلوريدات الذائبة فى الماء المتواجدة فى الركام المصنوع والركام من مصادره الطبيعية .

٤-١-٢٢-٢ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠.١ ملليجرام .

- سخان كهربائى مسطح .

- فرن تجفيف .

- ماء مقطر

- زجاجيات معملية .

٢-٢٢-١-٥ العينات

تؤخذ عينة من الركام ممثلة للمستخدم فى الخرسانة ، تطحن العينة وتمر من منخل رقم ٨ (مقاس ٢,٣٦ مم) وتجفف فى فرن التجفيف عند درجة ١٠٥° م .

٢-٢٢-١-٦ خطوات الاختبار

- ١- يحضر محلول ٠,٥ عيارى من نترات الفضة .
- ٢- يؤخذ وزن من ٢- ٥ جم للركام الصغير ، ٢٠ - ٣٥ جم للركام الكبير ويضاف حوالى ١٥٠ مل ماء مقطر ويسخن لمدة ١٥ دقيقة عند درجة الغليان .
- ٣- يرشح المحلول وتغسل ورقة الترشيح من ٥ - ٦ مرات بالماء الساخن ثم يبرد الرشيع ويضاف اليه نقطتان أو ثلاث من محلول ثنائى كرومات البوتاسيوم ٥ ٪ .
- ٤- يعاير الرشيع مع محلول نترات الفضة وتكون نقطة إنتهاء المعايرة هى النقطة التى يتحول فيها لون الرشيع من الأصفر إلى اللون الأحمر (لون كرومات الفضة) .

٢-٢٢-١-٧ النتائج :

تحسب النسبة المئوية للكلوريدات القابلة للذوبان مقدرة على هيئة (Cl^-) كالآتى:

$$Cl^- \% = \frac{V \times N \times 0.0355 \times 100}{W}$$

حيث :

$Cl^- \%$	= النسبة المئوية للكلوريدات
V	= حجم نترات الفضة (مل)
N	= عيارية نترات الفضة
W	= وزن العينة (جم)

٢-٢٢-١-٨ حدود القبول والرفض

لا تزيد النسبة المئوية للكلوريدات القابلة للذوبان على هيئة (Cl^-) عن ٠,٠٤ ٪ للركام الكبير و ٠,٠٦ ٪ للركام الصغير .

٢-٢٢-١-٩ المراجع

المواصفات القياسية المصرية رقم ١١٠٨ / ١٩٧١ و المعدلة ١٩٨٨ - رمل مون المباتى

المواصفات القياسية الألمانية DIN 4226: part 3

BS 812: part 117/1988 Testing Aggregates , Method for Determination of Water Soluble Salts

Sulphates (SO₃) content

٢-٢٢-٢ محتوى الكبريتات

٢-٢٢-٢-١ عام

يعين هذا الاختبار محتوى الكبريتات فى الركام على هيئة (SO₃) ثالث أكسيد الكبريت ، ولتعيين الكبريتات الكلية يضاف حمض الهيدروكلوريك ليذيب الكبريتات غير القابلة للذوبان فى الماء .

٢-٢٢-٢-٢ الهدف

تعيين محتوى الكبريتات بالركام .

٢-٢٢-٢-٣ تعريفات

تعيين ثالث أكسيد الكبريت يمثل الكبريتات الكلية المترسبة على هيئة كبريتات الباريوم فى وسط حامضى

٢-٢٢-٢-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠.١ ملليجرام .

- سخان كهربائى مسطح .

- فرن تجفيف .

- ماء مقطر

- زجاجيات معملية .

٢-٢٢-٢-٥ العينات

تكون العينات ممثلة للركام المستخدم ومطحون أو مجروش كما ورد فى تحضير العينة لاختبار محتوى الكلوريدات .

٢-٢-٢٢-٢ خطوات الاختبار

- ١- يؤخذ وزن من ٢ - ٥ جم للركام الصغير و من ٢٠ - ٣٠ جم للركام الكبير المجروش.
- ٢- يوضع حوالى ١٠ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز مع الركام ويسخن حتى الغليان ثم يضاف ١٠ مل أخرى من الحمض ويبخر مرة أخرى حتى يصل حجم المحلول حوالى ٥ مل.
- ٣- يضاف حوالى ٥٠ مل من الماء المقطر ويغلى المحلول ثم يرشح مع الغسيل حوالى ٥ مرات.
- ٤- يضاف ١٠ مل من محلول مشبع ساخن من كلوريد الباريوم . يترك لمدة ساعة ثم يرشح مع الغسيل بالماء المقطر الساخن عدة مرات على ورق ترشيح عديم الرماد .
- ٥- يحرق الراسب فى بوتقة معلومة الوزن عند درجة حرارة ٩٠٠°م ثم يوزن بعد الحرق .

٢-٢-٢٢-٢ النتائج

$$SO_3 \% = \frac{W1 \times 0.343}{W} \times 100$$

حيث:

- SO3 % = النسبة المئوية للكبريتات
 W = وزن العينة (جم)
 W1 = وزن الراسب المحترق (جم)
 ٠,٣٤٣ = نسبة ثالث أكسيد الكبريت فى كبريتات الباريوم

٢-٢-٢٢-٢ حدود القبول والرفض

يجب ألا تزيد النسبة المئوية للكبريتات على هيئة (SO₃) عنه ٠,٤ % لكل من الركام الصغير والركام الكبير.

٢-٢-٢٢-٢ المراجع

المواصفات القياسية المصرية رقم ١١٠٨ / ١٩٧١ المعدلة ١٩٨٨ - رمل مون المباني

المواصفات القياسية الألمانية DIN 4226 part 3

BS 812 : part 118/1988 Testing Aggregate , Methods for Determination of Sulphate Content

٢-٢٣ الفحص البتروجرافى لركام الخرسانة

PETROGRAPHIC EXAMINATION OF AGGREGATE
FOR CONCRETE

٢-٢٣-١ عام

يعين هذا الاختبار المكونات المعدنية والنسيج الصخري وأنواع المعادن الأساسية والمتحولة أو العجوة الموجودة فى عينات الركام حيث يجب لإجراء هذا الفحص الاستعانة ببعض الاختبارات الأخرى (إذا دعت الضرورة) مثل : الفحص بالأشعة السينية المتفرقة - التحاليل الحرارية - الفحص بالأشعة تحت الحمراء - الفحص باستخدام الميكروسكوب الممتدة طب .

٢-٢٣-٢ الهدف

١ - يهدف هذا الاختبار إلى تحديد وفحص صلاحية الركام للخرسانة ، ويجرى هذا الاختبار طبقا للمواصفات الأمريكية رقم ASTM-C-295-1990 لعينات الركام. ويلزم لإجراء هذا الاختبار متخصص ذو دراية علمية وفنية عالية فى فحص المعادن وعلم الصخور وتطبيقاتها فى مجالات مواد البناء وفى مجالات الهندسة الإنشائية إذ أن هذا الاختبار يهدف إلى تقييم الركام المستخدم فى الخرسانة من ناحية صلاحيته للاستخدام بالاستعانة بكل الوسائل والطرق والاختبارات العلمية الممكنة مثل : تحديد الخواص الطبيعية والميكانيكية والكيميائية.

٢ - أهمية الاختبار البتروجرافى واستخداماته

يجب أن يحدد اختبار الفحص البتروجرافى الآتى :

- إحتواء الركام على معادن غير ثابتة كيميائيا مثل المعادن التى تحتوى على كبريتات قابلة للذوبان .

- إحتواء الركام على معادن كبريتات غير ثابتة والتى قد تؤدى إلى تكوين حمض الكبريتيك الذى يؤدى بدوره إلى إنخفاض وانهايار مقاومة الخرسانة عند التعرض لدرجة حرارة عالية.

- المعادن غير الثابتة حجما مثل مجموعة الطين القابلة للإنفاس .

- وجود معادن الكوارتز وكميتها التقريبية والتى قد تتحول إلى بيتاكوارتز .

- شكل الحبيبات المكونة للركام (مكعبة - مستديرة - بيضاوية - هرمية - عمودية - مسطحة - مفلطحة - مستطيلة) والتي قد تحتاج نسبة عالية من ماء الخلط وتؤدي إلى انخفاض مقاومة الخرسانة

- المكونات المعدنية الضارة والتي تؤدي إلى وجود التفاعل للركام مع قلويات الأسمنت مثل :-
معادن الأوبال - الكريستوباليت - تريديميت - الصخور البركانية الزجاجية والحامضية غير المتبلورة - السليكات الزجاجية الصناعية - الأرجيليت (صخر رسوبى صلصالى) - الفلزييت - الصخور المتحولة والتي تحتوى على كوارتز مثل فيليت - شيميت - نيس - جرانيت - كوارتز العروق الصخرية.

- المكونات المعدنية الضارة التي تؤدي إلى وجود التفاعل القلوى الكربوناتي للركام مع قلويات الأسمنت مثل الدولوميت الكربوناتي - الحجر الجيري الدولوميتي - أى نسبة من معادن الطين غير القابلة للذوبان.

- يستخدم الفحص البتروجرافى الميكروسكوبى للتعرف على وجود أى بقايا حيوانية أو نباتية فى الركام - تراب الفحم - هيدروكربونات - أو أى مواد كيميائية قد تؤثر على خاصية شك الخرسانة أو تؤثر بأى شكل من الأشكال الضارة غير المرغوبة على الخرسانة .

٢-٢٣-٣ تعريفات

الفحص البتروجرافى لعينات الركام المستخدم فى الخرسانة هو تحديد المكونات المعدنية الأساسية المتحولة أو المجوأة .

٢-٢٣-٤ الأجهزة المستخدمة

- يستخدم لإجراء الفحص البتروجرافى ميكروسكوب مستقطب ومزود بعدد من العدسات ذات تكبير يتراوح بين (6x) إلى (150x)

- جهاز تقطيع صخور : ماكينة تقطيع صخور مزودة بمنشار ذى حواف ماسية ويفضل أن يكون قطر المنشار حوالى ٤٠ سم .

- ماكينة صنفرة وتجليخ : تتركب ماكينة الصنفرة والتجليخ من قرص أو قرصين من الصلب الذى لا يصدأ قطرها يتراوح بين ٢٠-٣٠ سم .

- مسحوق تجليخ وصنفرة : يتكون مسحوق التجليخ والصنفرة من كريد السيليكون Silicon Carbide يتراوح حجم حبيبات المسحوق من رقم ١٠٠ (١٢٢ ميكرون) - ٢٢٠ (٦٣

- ميكرون) - ٣٢٠ (٣١ ميكرون) - ٦٠٠ (١٦ ميكرون) - ٨٠٠ (١٢ ميكرون) ومسحوق الألومنيوم (٥ ميكرون).
- قطاع زجاجى : يتراوح عرضه بين ١,٥ - ٢ سم وطوله بين ٥ - ٧ سم .
- مواد لاصقة : تستخدم مواد لاصقة مثل كندا بلسم Canda Balsam - ويستخدم مركب الزيلين Xylene كمادة مذيية .
- قرن تجفيف : يستخدم فرن (مجفف) تصل درجة حرارته القصوى إلى ٢٠٠°م وبه مروحة لطرد الأبخرة .
- مسطح كهربائى : يتراوح أبعاده بين ٢٠ × ٢٠ سم إلى ٤٠ × ٤٠ سم وتصل درجة حرارته القصوى حتى ١٥٠°م .
- كاميرا للميكروسكوب بملحقاتها : تستخدم كاميرا من النوع المثبت والملحق بالميكروسكوب وتستخدم أفلام ضوئية أو تكون ملحقة بكمبيوتر وطابعة .

٢-٢٣-٥ العينات

- تؤخذ العينات للاختبار طبقا لما ورد فى المواصفات القياسية المصرية رقم ١١٠٩/١٩٧١ وتختلف عملية أخذ العينات طبقا لمتطلبات العميل - حيث تختلف عن أخذ العينة من المحجر - أو التشوينات - أو الرواسب الرملية والزلطية لذا يراعى الآتى:
- فى حالة اكتشاف خامه للركام ولم يتم فتح المحجر بعد ، فإنه يجب استخدام طريقة الحفر الميكانيكى بقطر ٥٣ سم للطبقات المتوسطة والسميكة وبقطر ١٠٠ سم للطبقات الرقيقة المتتالية. على أن تكون العينات المأخوذة ممثلة لكل الطبقات الموجودة بالمنطقة المراد فتح المحجر بها .
- فى حالة محجر مفتوح ويتم به عمليات الاستخراج، تؤخذ العينات من منطقة التشوينات قبل نقلها لمواقع الاستخدام على ألا تقل العينة عن ٤٥ كجم ، وتكون العينة ممثلة للمحجر .
- فى حالة وجود محجر مفتوح ولا توجد به عمليات الاستخراج - فى هذه الحالة تؤخذ العينة ممثلة لكل طبقة من طبقات واجهة المحجر ، وألا تقل العينة عن ٥ كجم لكل عينة وألا تزيد حجم الكتل على (١/٧ كجم) .

- فى حالة وجود رواسب رملية وزلطية لم تستخدم بعد - يجب عمل جسات أو حفر ممثله ومناسبة للموقع المراد فتح المحجر به على ان تكون أعماق الجسات ممثله للخامة - وعلى أن يكون وزن العينة كما هو موضح فى جدول (٢-٢٣-١) .

٢-٢٣-٦ خطوات الاختبار

- ١- لإجراء اختبار الفحص البتروجرافى لعينة من عينات الصخور المكونة للركام يجب عمل شريحة ميكروسكوبية (قطاع صخرى) لفحصها بالميكروسكوب المستقطب .
- ٢- لا بد أن يسبق عمل الشريحة انتقاء العينة المناسبة للفحص بحيث تكون ممثلة للغالبية العظمى لعينة الركام الموردة للمعمل للفحص بحيث لا يكون هناك أكثر من نوع أو لون، وفى حالة وجود أى اختلاف فيجب عمل أكثر من شريحة ميكروسكوبية .
- ٣- تفحص العينات أولاً ، وأعداد قطاع مرسوم لها ، يوضح عليه التتابع للعينات وإذا كان هناك فاصل أو شروخ وكذلك التتابع الليثولوجى والتغيرات وأنواعها والصلادة والتلاحم والمسامية الظاهرة وحجم الحبيبات والنسيج الصخرى وأنواع الكسر وكذلك وجود أى مظاهر أو مركبات تؤدي إلى تفاعلات ضارة بالخرسانة .
- ٤- تفحص الشريحة الميكروسكوبية المأخوذة للعينات باستخدام الميكروسكوب المستقطب لتحديد المكونات المعدنية الأساسية والمتغيرة والمحولة وتحديد المكونات المعدنية التى قد تضر بالخرسانة وكمياتها .
- ٥- يجب الإستعانة بالوسائل العلمية العملية الأخرى مثل الأشعة السينية المتفرقة والتحليل الحرارى التفاضلى للكشف عن وجود بعض المعادن الضارة بالخرسانة مثل معادن الطفلة المختلفة ويستخدم محلول الميتيلين الأزرق للكشف عنها وخاصة الطفلة الانفصالية .
- ٦- تحديد أنواع المعادن الضارة الموجودة فى القطاع الصخرى وكمياتها وخاصة فى عينات الصخور البركانية ذات الحبيبات الدقيقة جدا . حيث لا يجب أن تحتوى على : الأوبال - الكالسينونى - الزجاج الصخرى الطبيعى .
- ٧- يجب تصوير الشريحة الميكروسكوبية باستخدام الكاميرا المثبتة بالميكروسكوب وتوضيح المعادن المتغيرة والمحولة والتى قد تؤثر تأثيرا ضارا على الخرسانة والتى سوف يرد ذكرها فى جدول رقم (٢-٢٣-٢) . ويوضح على الصورة مقياس التكبير ويبان إذا كانت هذه الصورة مأخوذة باستخدام الضوء المستقطب فقط أم باستخدام محلل الضوء ويرمز لها برمز (C.N.) .

٢-٢٣-٧ الإختبارات

يجب أن تخضع العينات للفحص الدقيق بواسطة جيولوجى خبير ومدرب للفحص بالعين المجردة لفرز وانتخاب العينات الممثلة للخامة - وفى حالة وجود أكثر من نوع من الخامة الواحدة أو ظهور أى اختلاف فى المظهر أو اللون فيجب أخذ أكثر من عينة لكى تخضع للفحص الميكروسكوبى .

٢-٢٣-٨ النتائج

يجب أن يتضمن التقرير نوعية المعادن الأساسية والمتحولة ونسبتها إلى جانب توصيف النسيج الصخرى ومدى تلاحمه . كما يتضمن (إذا دعت الضرورة) الخصائص الكيميائية والطبيعية والجيولوجية لإعطاء صلاحية للركام للاستخدام فى الخرسانة . كما يجب أن يتضمن التقرير الاختبارات الأخرى التكميلية مثل الأشعة السينية المنفرقة والتحليل الحرارى أو أى طريقة أخرى لتحديد وتوصيف المكونات المعدنية للركام .

٢-٢٣-٩ حدود القبول أو الرفض

يوضح الجدول رقم (٢-٢٣-٢) المكونات المعدنية غير المرغوب فيها والتي يجب أن تؤدى إلى رفض الركام بعد الكشف عن وجودها وإجراء الاختبارات الكيميائية والأدائية عليها والتي قد يكون لها تأثير ضار سواء مباشر أو غير مباشر على الخرسانة (الأسمنت بمختلف أنواعه) . كما يجب رفض بعض أنواع الركام للحجر الجبرى رفضا تاما مثل ركام الحجر الجبرى المارلى - الحجر الجبرى البطروخى والحجر الجبرى الأنكورتى .

٢-٢٣-١٠ المراجع

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد

ASTM C33 - 90	Standard Specification for Concrete Aggregate.
ASTM C294 - 87	Descriptive Nomenclature of Constituents of Natural Mineral Aggregates.
ASRM C702 - 87	Standard Practice for Reducing Field Samples of Aggregate Testing Size.
ASTM D75 - 87	Standard Practice for Sampling Aggregate.
ASTM E 11 - 87	Standard Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes.
ASTM-C295-90	Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregate

جدول رقم (٢-٢٣-١) أقل كمية وحجم ونوع الركام المطلوب للاختبار

الكمية		التدرج الحبيبي
القطع	كجم	
•	-	أكبر من ١٥٠ مم (٦ بوصة)
• ٣٠٠	-	من ٧٥ مم - ١٥٠ مم (من ٣ - ٦")
-	١٨٠	من ٣٧,٥ مم - ٧٥ مم (١ ١/٢ - ٣")
-	٩٠	من ١٩ مم - ٣٧,٥ مم (٣/٤ - ١ ١/٢")
-	٤٥	من ٤,٧٥ مم - ١٩,٠ مم (رقم ٤ - ٣/٤")

• لا تقل عن حجم حبيبة واحدة من كل نوع من الصخور .

جدول رقم (٢-٢٣-٢) أنواع الركام المختلفة والمكونات المعدنية الضارة وغير المرغوب
تواجدها بالركام

نوع الركام	المكونات المعدنية غير المرغوب فيها
١ ركام المسيليكات	- الأوبال - الكريستوباليت - التريديميت - الجرايواكى - شيرت - فيليت - شيمست - نيس - الصخور البركانية الزجاجية - والحامضية - السليكات الزجاجية الصناعية - الأرجيليت - الصخور المتحولة - كوارتز العروق الصخرية - كوارتزيت - الحجر الرملى .
٢ ركام البازلت	- معادن الطين - الأدينجزيت - زيوليت .
٣ ركام الحجر الجيري	- ميكريت - معادن الطين
٤ ركام الحجر الجيري المسيليسى	- الأوبال - الكريستوباليت - التريديميت - معادن الطين - الميكريت - الجبس

٢-٢٤-٢ اختبار ثبات الحجم للركام

(اختبار أدائى)

DETERMINATION OF SOUNDNESS OF AGGREGATE

٢-٢٤-٢-١ عام

تشمل هذه الطريقة اختبار الركام لتقدير مدى ثبات الحجم عند تعرضه لعوامل فيزيوكيميائية تؤدي إلى تغير حجمه داخل الخرسانة أو استخدامه فى أى أغراض أخرى ، وذلك يتم بالغمر المتكرر فى محاليل مشبعة من كبريتات الصوديوم أو الماغنسيوم ويلبها تجفيف العينات.

٢-٢٤-٢-٢ الهدف

معرفة تقدير أولى لمدى الثبات الحجمى للركام المعد لاستخدامه فى الخرسانة . حيث تقارن القيم بما ورد فى الكود المصرى، وتساعد هذه الطريقة فى الحكم على مدى ثبات حجم الركام عند توافر المعلومات اللازمة عن الركام بتعرضه الفعلى لعوامل التجوية .

٢-٢٤-٢-٣ تعريفات

اختبار ثبات الحجم هو قياس التغير الذى يطرأ على الركام من ثفتت نتيجة لتفاعل مكوناته مع المحلول المشبع للكبريتات .

٢-٢٤-٢-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,٠١ جرام .
- منظم حرارى يحافظ على ثبات درجة حرارة العينة أثناء الغمر .
- أوعية مثقبة تحجز الركام بداخلها وتسمح باتصاله بالمحلول .
- فرن تجفيف له القدرة على الاحتفاظ بدرجة الحرارة عند $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ومعدل التبخير على الأقل ٢٥ جرام / ساعة وذلك لمدة ٤ ساعات مع غلق باب المجفف.
- كبريتات صوديوم أو كبريتات ماغنسيوم نقية .
- سلسلة متاخذ للركام الصغير وأخرى للركام الكبير كالمبينة فى جدول رقم (٢-٢٤-١).

٢-٢٤-٥ العينات

تؤخذ عينة الركام بعد إجراء التدرج الحبيبي لها طبقا للمواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٧١/١١٠٩.

٢-٢٤-٥-١ الركام الصغير

يجب أن يمر خلال منخل ٩,٥ ملليمتر ويجب ألا تعطى العينة المارة من هذا المقاس أقل من ١٠٠ جم لكل من المقاسات التالية:

المار من المنخل	المحجوز على المنخل
٦٠٠ ميكرون (رقم ٣٠)	٣٠٠ ميكرون (رقم ٥٠)
١,١٨ ملليمتر (رقم ١٦)	٦٠٠ " (رقم ٣٠)
٢,٣٦ " (رقم ٨)	١,١٨ ملليمتر (رقم ١٦)
٤,٧٥ " (رقم ٤)	٢,٣٦ " (رقم ٨)
٩,٥ " (٨/٣ بوصة)	٤,٧٥ " (رقم ٤)

٢-٢٤-٥-٢ الركام الكبير

يستبعد من مقاسه المقاس الأصغر من المقاس المحجوز على منخل رقم ٤ والعينة المتبقية تعطى الكميات اللازمة لإجراء الاختبار والتي تكون متوفرة بنسبة ٥ ٪. أو أكثر .

٢-٢٤-٥-٣ تحضير المحاليل المشبعة

١ - محلول كبريتات الصوديوم

يحضر محلول مشبع من كبريتات الصوديوم بإضافة ٣٥٠ جم من الملح اللامائي أو ٧٥٠ جم من الملح المائى (١٠ جزيئات ماء) لكل لتر وذلك عند درجة $25 \pm 3^\circ\text{C}$ مع التقليب المستمر على فترات ، على ألا تقل الكثافة النوعية للمحلول عن ١,١٥١ ولا تزيد عن ١,١٧٤ .

٢ - محلول كبريتات الماغنسيوم

يحضر محلول مشبع من كبريتات الماغنسيوم بإضافة ٣٥٠ جم من الملح اللامائي أو ١٤٠٠ جم من الملح المائى (٧ جزيئات ماء) فى ماء ساخن ثم يترك المحلول ٤٨ ساعة قبل وضع العينات ، على ألا تقل الكثافة النوعية للمحلول عن ١,١٥١ ولا تزيد عن ١,١٧٤ .

٢-٢٤-٢ خطوات الاختبار

٢-٢٤-٢-١ عينة الركام

١ - الركام الكبير

يؤخذ المتبقى على المناخل بعد غسله وتجفيفه عند درجة حرارة ١٠٠°م ويؤخذ من كل منخل الأوزان التالية :

الوزن بالجرام	المقام بالمليمتر (للمنخل)
0 ± 300	٩,٥ حتى ٤,٧٥
0 ± 330	١٢,٥ حتى ٩,٥
10 ± 670	١٩ حتى ١٢,٥
30 ± 500	٢٥ حتى ١٩
50 ± 1000	٣٧,٥ حتى ٢٥

٢ - الركام الصغير

- يؤخذ ١٠٠ جرام من المتبقى على كل منخل حسب التدرج الحبيبي للعينة .

- توضع العينات المعلومة الوزن في الأوعية المتقبة بحيث لا تسمح تقوينا بمرور حبيبات الركام منها ، ثم توضع في المحلول المركز لمدة لا تقل عن ١٦ ساعة ولا تزيد عن ١٨ ساعة عند درجة $21 \pm 1^\circ\text{C}$ أثناء فترة الغمر .

- ترفع العينات وتجفف كما هي عند درجة حرارة ١٠٥ - ١١٠°م حتى تجف تماما وحتى ثبات وزنها ثم تبرد لدرجة حرارة الغرفة ويعاد الغمر مرة أخرى في المحلول وتكرر الدورات إلى خمس مرات أو حسب الدورات المطلوبة .

- ترفع العينات من المحلول بعد انتهاء دورات الغمر والتجفيف وتغسل جيدا بالماء ثم يكلوريد الباريوم للتخلص من الكبريتات .

- تجفف حتى ثبات الوزن .

٢-٢٤-٢-٢ الكشف الكلي على العينات

بعد الانتهاء من الدورة الأخيرة لتتابع الغمر والتجفيف وتبريد العينات وغسلها وتجفيفها حتى ثبات الوزن ، توضع فوق المناخل الخاصة بكل تدرج للركام الصغير وفوق المناخل التالية للركام الكبير ، وتهز المناخل وتوزن العينات .

(حجم الركام)	(المنخل المستخدم لتحديد الفاقد)	
٦٣ إلى ٣٧,٥	٢ ١/٢ إلى ٢ ١/١ بوصة	١ ٤/١ بوصة
٣٧,٥ إلى ١٩	١ ٢/١ إلى ٤/٣	٨/٥
١٩ إلى ٩,٥	٤/٣ إلى ٨/٣	١٦/٥
٩,٥ إلى ٤,٧٥	٨/٣ إلى رقم ٤	رقم ٥

٢-٢٤-٣ الاختبار الوصفي

- ١- بالإضافة إلى الخطوات السابقة فإنه يقترح إعطاء بيانات إضافية ذات قيمة ، وذلك بالكشف بالنظر على كل عينة لتحديد ظهور أثر تكسير على الحبيبات ، تجمع كل الحبيبات المكسرة. ويتم إجراء تدرج حبيبي لها باستعمال المجموعة الكاملة للمناخل لتحديد معايير النوعية وتسجل نتائجها.
- ٢- أحجام الركام أكبر من ٢٠ مم تختبر نوعا وكما بعد كل دورة غمر ويتم الكشف النوعي كالآتي:

- ملاحظة تأثير فعل محلول الكبريتات على طبيعة حبيبات الركام .
- عند الحبيبات التي تأثرت بالتفتت أو الانفصال أو التكسير أو حدث لها شروخ أو تفلطح وحيث أن الحبيبات الأكبر من ٢٠ مم مطلوبة للاختبار الوصفي ، فإنه يفضل عمل فحص للحبيبات الصغيرة لملاحظة إذا كان هناك زيادة واضحة في التفتت.

٢-٢٤-٧ الاحتياطات

- ١- يجب أخذ الحذر أثناء إجراء الاختبار لتجنب فقد أى حبيبات من الركام الصغير أو المكسورة بتأثير الغمر في المحلول المركز .
- ٢- عند احتواء الركام المختبر على جزء ناعم والذي له تدرج حبيبي يزيد عن ١٠ ٪ من وزن الركام الكبير عن تلك التي يحتويها منخل مقاس ٤,٧٥ ملليمتر يفضل فصل العينة وتقسيمها إلى جزأين أحدهما يحتوى على الجزء المحجوز على المنخل مقاس ٤,٧٥ مم والآخر بدون الجزء المحجوز على منخل مقاس ٤,٧٥ مم ويكتب تقرير منفصل عن النتائج لكل جزء .

٢-٢٤-٨ النتائج

- ١- وزن كل جزء من كل عينة قبل وبعد الاختبار.

- ٢- يتم حساب النسبة المئوية للفاقد من وزن العينة المختبرة على كل متخل.
- ٣- يتم حساب النسبة المئوية للفاقد الكلى بالنسبة لتدرج كل عينة وتجميع النسبة المئوية الكلية لجميع الأوزان ومقارنتها بالنسب المسموح بها .

٢-٢٤-٩ حدود القبول والرفض

- ١- عند استخدام كبريتات الصوديوم
لا تزيد نسبة الفاقد عن ١٠ ٪ للركام الصغير - ١٢ ٪ للركام الكبير .
- ٢- عند استخدام كبريتات الماغنسيوم
لا تزيد نسبة الفاقد عن ١٥ ٪ للركام الصغير - ١٨ ٪ للركام الكبير .

٢-٢٤-١٠ المراجع

المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٧١/١١٠٩ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية
مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد

ASTM-C 33 -1990 Standard Specification for Concrete Aggregate
ASTM C 88 - 90 Standard Methods for Soundness of Aggregate by Use of Sodium Sulphate or Magnesium Sulphate.

جدول (٢-٢٤-١) المناخل اللازمة للركام الكبير والصغير لاختبار ثبات الحجم للركام

الركام الصغير	
رقم	ميكرون
١٠٠	١٥٠
٥٠	٣٠٠
٣٠	٦٠٠
	ملليمتر
١٦	١,١٨
٨	٢,٣٦
٥	٤
٤	٤,٧٥

الركام الكبير	
بوصة	ملليمتر
١٦/٥	٨
٨/٣	٩,٥
٢/١	١٢,٥
٨/٥	١٦,٥
٤/٣	١٩
١	٢٥
١,٢٥	٣١,٥
١,٥	٣٧,٥
٢	٥٠
٢,٥	٦٣

٢-٢٥-٢ تعيين النشاط القلوى للركام (الطريقة الكيميائية)

DETERMINATION OF POTENTIAL REACTIVITY OF AGGREGATE (CHEMICAL METHOD)

٢-٢٥-٢ عام

يجرى هذا الاختبار استرشاداً بما ورد بالمواصفات القياسية الأمريكية C-289 وذلك لاختبار النشاط الكيميائي بين الركام وقلويات الأسمنت خلال ٢٤ ساعة عند ٨٠°م بين محلول عياري من هيدروكسيد الصوديوم والركام المطحون المار من منخل رقم ٥٠ (٣٠٠ ميكرون) ومحجوز فوق منخل رقم ١٠٠ (١٥٠ ميكرون) .

٢-٢٥-٢ الهدف

الاستدلال عن وجود سيليكات بالركام الكبير أو الصغير لها نشاط كيميائي مع القلويات المتواجدة ضمن مكونات الأسمنت .

٢-٢٥-٢ تعريفات

النشاط القلوى هو تفاعل كيميائي بين السيليكات النشطة المتواجدة في الركام وأكسيد الصوديوم والبوتاسيوم المتواجدين ضمن مركبات الأسمنت .

٢-٢٥-٢ الأجهزة

- طاحونة لطحن ٥ كجم من الركام .
- ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام.
- أوعية سعة من ٥٠ - ٧٥ مل من صلب لا يصدأ محكمة الغلق وذات أبعاد بشكل رقم (٢-٢٥-١) .
- حمام مائي ثابت الحرارة عند ٨٠°م لمدة ٢٤ ساعة .
- مناخل : مقاس ٣٠٠ ميكرون رقم (٥٠) ومقاس ١٥٠ ميكرون رقم (١٠٠) .
- جهاز قياس الطيف الضوئي .
- محلول عياري من هيدروكسيد الصوديوم .

٢-٢٥-٥ العينات

- تطحن عينة ممثلة للمركام وتعر من المنخل رقم (٥٠) وتحجز على منخل رقم (١٠٠) بالكامل.

- تغسل العينة المتبقية على منخل رقم (١٠٠) للتأكد من خلوها من الحبيبات الناعمة.

- تجفف فى فرن تجفيف .

٢-٢٥-٦ خطوات الاختبار

١- توزن ثلاث وزنات ٢٥ جرام ± 0.056 جرام من العينة المحجوزة فوق منخل رقم ١٠٠ ، وتوضع فى العبوات المحكمة الغلق ويضاف لكل منها ٢٥ مل من المحلول العيارى لهيدروكسيد الصوديوم .

٢- يوضع ٢٥ مل من المحلول العيارى لهيدروكسيد الصوديوم فى عبوة رابعة تمثل العينة (الدليل) وتوضع فى نفس ظروف العبوات الثلاث لعينة المركام .

٣- تغلق العبوات الأربع بإحكام وتحفظ فى حمام مائى عند 80°C لمدة ٢٤ ساعة ، تترك لتبرد حتى 30°C .

٤- يتم ترشيح محتويات كل عبوة خلال بواتق جوش ثم يؤخذ ١٠ مل من كل محلول ويخفف إلى ٢٠٠ مل فى قنينة قياسية - وتجري الاختبارات على كل من العينات الأربع كالآتى:

أ - السليكا الذائبة بطريقة الوزن Dissolved silica by the gravimetric method (Sc)

١- يؤخذ ١٠٠ مل من المحلول المخفف ويوضع فى جفنة بورسلين ويضاف ٥ - ١٠ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز ، وتترك على حمام رملى حتى تجف .

٢- يضاف ٥ - ١٠ مل من الحامض مرة أخرى وتخفف بماء مقطر وترشح العينة على ورق عديم الرماد .

٣- تغسل ورقة الترشيح عدة مرات بالماء المقطر الساخن ثم تنقل فى جفنة بلاستيك معلومة الوزن وتجفف ثم تحرق عند 1000°C لمدة نصف ساعة .

٤- تبرد الجفنة ويضاف على الرماد المتبقى قطرات من حمض الهيدروفلوريك وقطرات من حمض الكبريتيك المركز .

٥- تجفف وتحرق مرة أخرى ويماد وزن البوتقة .

طريقة الحساب:

$$Sc \text{ mmol / L} = (S - Sb) \times 3330$$

حيث:

$$Sc \text{ mmol / L} = \text{السيليكا الذائبة}$$

$$S = \text{وزن السيليكا المترسبة من عينة الركام .}$$

$$Sb = \text{وزن السيليكا المترسبة من العينة (الدليل) .}$$

ب- السيليكا الذائبة بطريقة التحليل الطيفي (Sc) Dissolved silica by photometric method

تعتبر هذه الطريقة صالحة لقياس السيليكا البلورية وليست لقياس السيليكا الكلية وهي طريقة سريعة لتعيين السيليكا البلورية ذات التركيز أقل من ١٠ جزء في المليون .

١- يجرى رسم منحنى يمثل تركيزات معلومة من السيليكا (صفر - ٠,٥) مللى مول / لتر ، على المحور السيني والامتصاص الضوئي على المحور الصادي مقاسا عند طول موجي ٤١٠ نانوميتر (ن م) سبق ضبطه بالماء المقطر .

٢- يوضع ١٠ مل من المحلول المخفف الذي سبق تجهيزه في ورق عيارى سعة ١٠٠ مل (كل من العبوات الأربع) .

٣- يضاف ٢ مل من محلول ١٠٪ / موليبيدات الأمونيوم ، ١ مل من حامض الهيدروكلوريك (١ : ١) ويرج بشدة ويترك في درجة حرارة الغرفة لمدة ١٥ دقيقة .

٤- يضاف ١,٥ ± ٠,٢ مل من حامض الأوكساليك ١٠٪ / م. ويكمل الدورق العيارى حتى علامة ١٠٠ مل بالماء المقطر .

٥- تعين القراءة للسيليكا الذائبة في هيدروكسيد الصوديوم بجهاز التحليل الطيفي ويعين التركيز من المنحنى .

ملحوظة :

تستحدد الكمية المأخوذة من الرشيق المخفف حسب قراءة الامتصاص الضوئي بالزيادة أو النقصان حتى تكون العينة المختبرة في مجال المنحنى القياسى .

طريقة الحساب :

$$Sc \text{ mmol / L} = 20 \times 100 \times \frac{V}{V_1}$$

حيث :

Sc mmol / L = تركيز السيليكا الذائبة .

V = حجم المحلول المخفف المستخدم من المحلول المجهز (بند ٢-٢٥-٦-٤)

V1 = تركيز السيليكا فى المحلول المقاس بالجهاز مللى مول / لتر .

Reduction in alkalinity**ج - الاختزال بالقلوى**

يؤخذ ٢٠ مل من المحلول المجهز فى دورق مخروطى ، ويضاف إليه ٢ - ٣ نقط من الكاشف فينولفثالين ، ثم يعاير مع حمض الهيدروكلوريك ٠,٠٥ عيارى حتى اختفاء اللون .

طريقة الحساب

$$Rc \text{ mmol / L} = \frac{(V_2 - V_1) N \times 20 \times 1000}{V}$$

حيث :

Rc mmol / L = الاختزال بالقلوى

N = عيارية حمض الهيدروكلوريك .

V = حجم المحلول المخفف لعينة الركام المأخوذة من المحلول المجهز بند (٢-٢٥-٦-٤)

V1 = حجم حمض الهيدروكلوريك المعاير لعينة الركام المختبرة .

V2 = حجم حمض الهيدروكلوريك المعاير لعينة الدليل .

٢-٢٥-٧ الإختياطات

١- لا تكون نتائج الاختبارات صحيحة بالنسبة للركام المحتوى على كربونات كالسيوم وماغنسيوم و هيدروكسول مثل أكاسيد الدولوميت و الماغنيزيت والسيدرايت وكذلك سيليكات الماغنسيوم كما فى الأنتيجوريت .

٢- تعتبر النتائج مرضية إذا لم تختلف القيم الثلاث لكل من (Rc) وكذلك (Sc) عن متوسط القراءات الثلاث بأكثر من القيم التالية :

أ - إذا كان متوسط القيم الثلاث لكل نتيجة يساوى ١٠٠ مللى مول / لتر أو أقل فلا تزيد أى قراءة عن المتوسط بقيمة ١٢ مللى مول / لتر .

ب - إذا كان المتوسط يزيد عن ١٠٠ مللى مول / لتر فإن أى من القراءات الثلاث لكل من (Rc) أو (Sc) لا فرق تزيد عن متوسط القراءات عن القراءات بنسبة ١٢ % .

٢-٢٥-٨ حدود القبول والرفض

يعتبر الركام ذا نشاط قلوى ضار طبقا لما ورد بالمواصفات القياسية الأمريكية C-33 كالآتي :

أ - إذا زانت (Rc) عن ٧٠ مللى مول/ لتر يعتبر الركام ذا نشاط قلوى ضار إذا كانت (Sc) تزيد عن (Rc) .

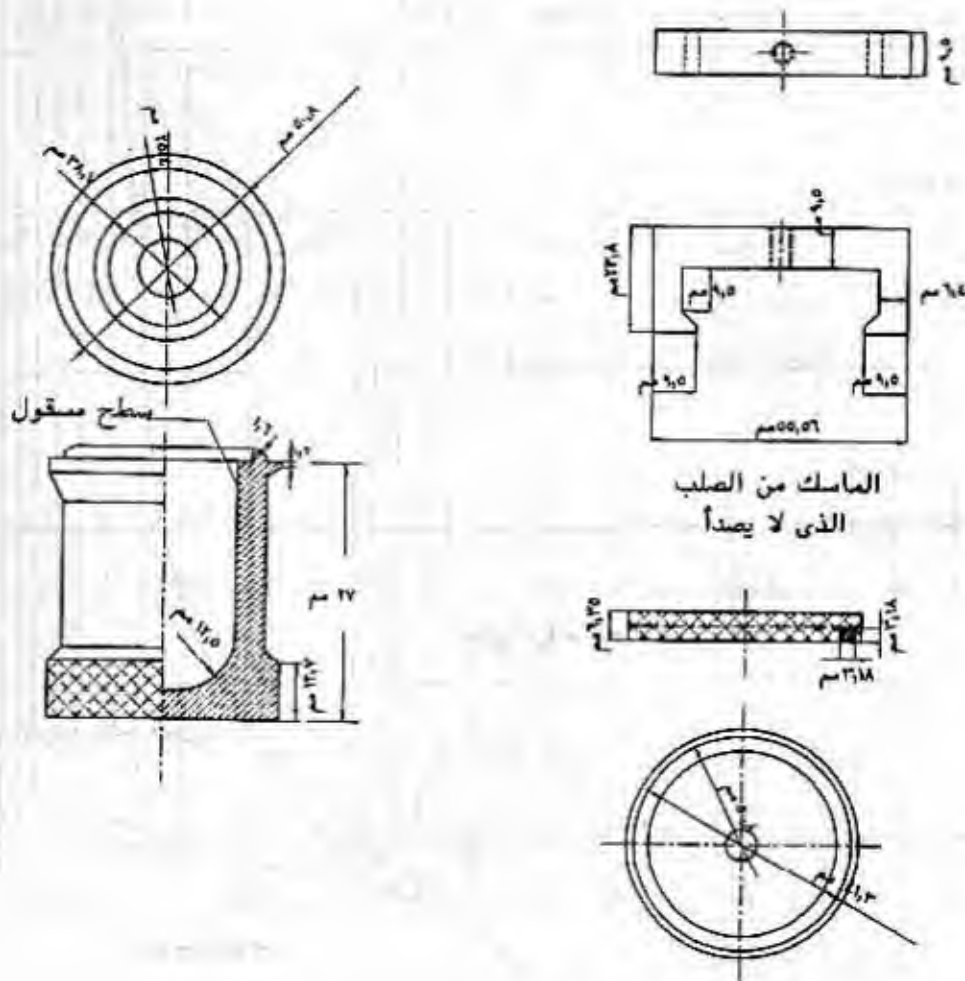
ب - إذا قلت (Rc) عن ٧٠ مللى مول/ لتر يعتبر الركام ذا نشاط قلوى ضار إذا كانت (Sc) أكبر من $(\frac{Rc}{2} + 35)$

ج - توقع قيم Rc ، Sc على المنحنى شكل (٢-٢٥-٢) لمعرفة ضرر الركام من عدمه .

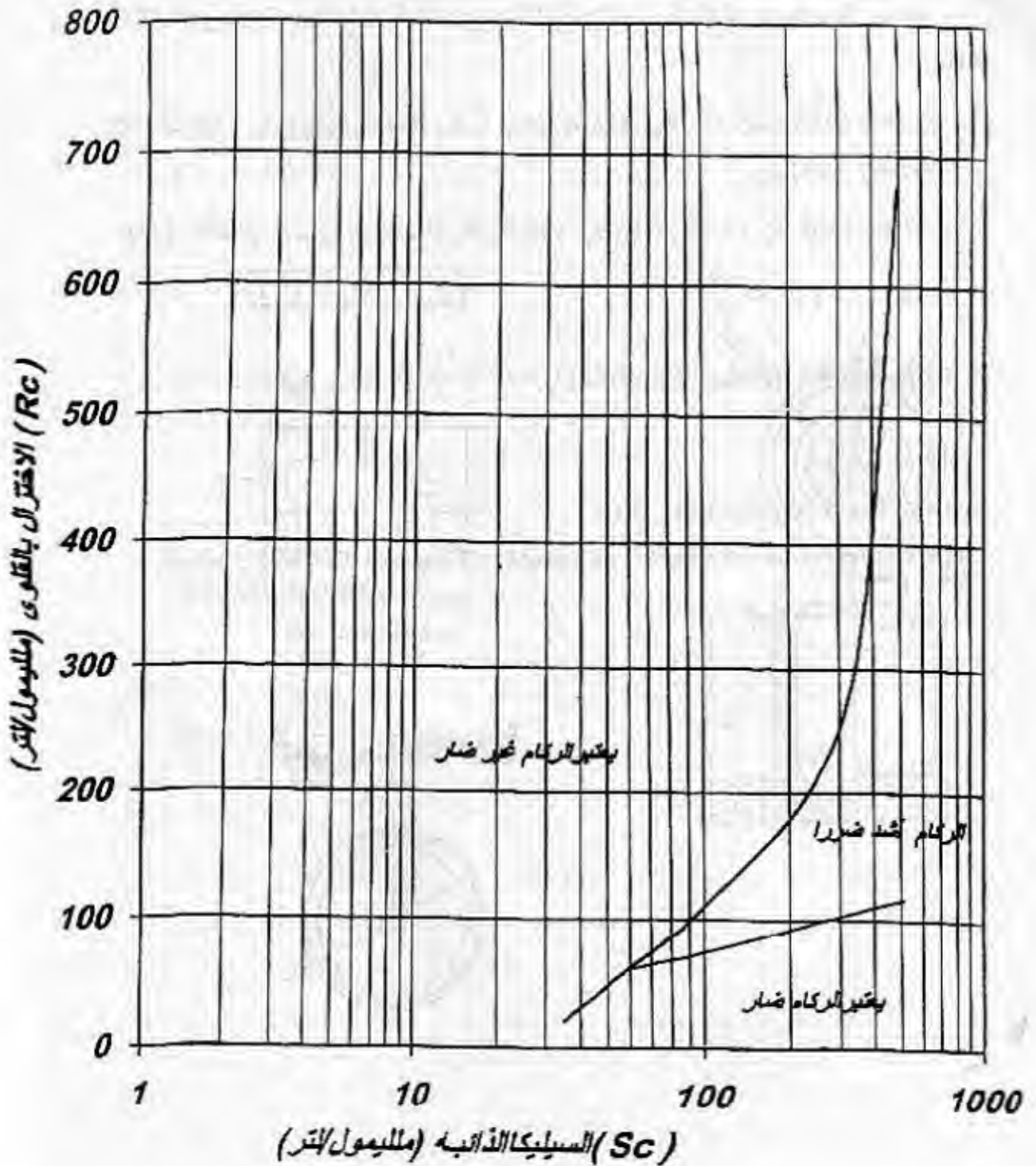
٢-٢٥-٩ المراجع

مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبار المواد

ASTM C 289/1987 Standard Test Method for Potential Reactivity of Aggregates
(Chemical Method)



شكل رقم (٢-٢٥-١) : الوعاء المحكم الغلق المصنوع من الصلب غير القابل للصدأ



شكل رقم (٢-٢٥-٢) : التقسيم بين الركام الضار والركام غير الضار على أساس اختبار الاختزال القلوى

٢-٢٦ النشاط القلوى للصخور الكربوناتية المستخدمة فى الخرسانة (اختبار أدائي)

POTENTIAL ALKALI REACTIVITY OF CARBONATE AGGREGATES

٢-٢٦-١ عام

يدرس هذا الاختبار خاصية تمدد الصخور الكربوناتية فى محلول هيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة الغرفة والذي قد يحدث داخل الخرسانة مسببا أضرارا جسيمة .

٢-٢٦-٢ الهدف

معرفة حدود تأثير الصخور الكربوناتية بوجودها فى وسط قلوى إذا ما استعملت كركام فى صناعة الخرسانة ويجرى الاختبار طبقا للمواصفات الأمريكية ASTM C-586 -1981 ويقاس التغير فى طول العينة بصفة دورية حتى عمر عام .

٢-٢٦-٣ تعريفات

النشاط القلوى للركام من الصخور الكربوناتية هو تفاعل كيميائى بين الركام وهيدروكسيدات كل من الصوديوم والبوتاسيم الموجودين بالأسمنت مما يسبب تدهور الخرسانة .

٢-٢٦-٤ الأجهزة

- جهاز أخذ عينة أسطوانية طول 30 ± 5 مم ومقطع دائرى 9 ± 1 مم .
- أوعية سعة ٥٠ - ١٠٠ مل لها غطاء وفتحة تسمح بتحريك العينة .
- مقياس طولى يعطى قراءة من ٠,٠٠٢٥ مم حتى ٠,٢٥ مم مقسم كل ٠,٠٠٢٥ مم حتى ٠,٠٢٥ مم وكل ٠,٠٠٥ مم حتى ٠,٢٥ مم .

٢-٢٦-٥ العينات

تؤخذ عينات الصخر الأسطوانية ذات نهايات مخروطية بطول ٣٥ مم ومقطع ١٠ مم وزاوية النهاية المخروطية حوالى ١٢٠ درجة كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٢٦-١).

٢-٢٦-٦ خطوات الاختبار

٢- تغمر العينات فى الماء من ١ - ٤ أيام ثم يقاس الطول (L).

٢- تغمر العينات فى محلول هيدروكسيد الصوديوم (واحد عيارى) وتعاد القياسات دوريا بعد أسبوع

حتى ٢٨ يوم .

٣- تكرر عملية الغمر والقياسات دوريا كل ٤ أسابيع ولمدة عام وتسجل القراءات (L_t) على أن تكون كل القراءات من علامة ثابتة تحدد على العينة .

٢-٢٦-٧ النتائج :

$$\Delta L = \frac{L_t - L}{L} \times 100$$

حيث :

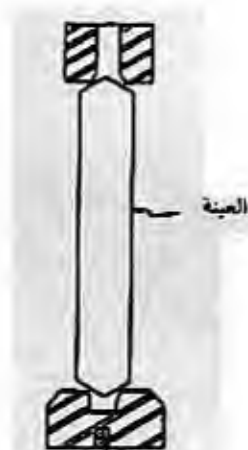
ΔL	= التغير فى الطول
L	= طول العينة
L _t	= طول العينة عند عمر الغمر t

٢-٢٦-٨ حدود القبول والرفض:

يعتبر التمدد خارج حدود المواصفات إذا زاد عن ٠,١ ٪. خلال فترة الاختبار الكلية .

٢-٢٦-٩ المراجع

ASTM C 586 - 1981 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Carbonate Rocks For Concrete Aggregates (Rock Cylinder Method)



شكل رقم (٢-٢٦-١) عينة الاختبار

٢٧-٢ النشاط القلوى لمونة الأسمنت والركام (طريقة منشور المونة)

POTENTIAL ALKALI REACTIVITY OF
CEMENT - AGGREGATE COMBINATIONS
(MORTAR - BAR METHOD)

٢-٢٧-١ عام

يستخدم هذا الاختبار لمعرفة تفاعل الركام قلويات الأسمنت خلال قياس التغيير فى طول منشور المونة المغمورة فى محلول هيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة ٨٠ °م خلال أعمار الاختبار .

٢-٢٧-٢ الهدف

معرفة تأثير الركام بالقلويات المتواجدة بالأسمنت أو الوسط المحيط وتستخدم هذه التجربة أساساً للتحكم على التفاعل القلوى السيليسى للركام.

٢-٢٧-٣ تعريف

يعبر النشاط القلوى للركام عن التفاعلات التى تحدث بين الركام وقلويات الأسمنت أو الوسط المحيط ويمتلكه تمتد المونة المعرضة لهيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة ٨٠ °م تقاس على فترات (بعد ٢٤ ساعة وحتى ١٤ يوم) من العمر .

٢-٢٧-٤ الأجهزة

- سلسلة مناخل (٤,٧٥ ، ٢,٣٦ ، ١,١٨ مم) ، (٦٠٠ ، ٣٠٠ ، ١٥٠ ميكرومتر) .

- منصدة قياس الانسياب للمونة .

- قوالب (طول القالب ٢٨٥ مم وأبعاد مقطعه ٢٥ × ٢٥ مم) ذات نهايات بها ثقب دائرى .

- وعاء معالجة ثابت الحرارة عند ٨٠ °م .

- جهاز قياس للعينات .

٢-٢٧-٥ العينات

تجهز عينة الركام الكبير بمرورها من منخل ٤,٧٥، ثم يؤخذ من المتبقى على المناخل (٢,٣٦، ١,١٨ مم) ، (٦٠٠، ٣٠٠، ١٥٠ ميكرومتر) النسبة المئوية ١٠، ٢٥، ٢٥، ٢٥، ١٥% على التوالي .

٢-٢٧-٦ خطوات الاختبار

- ١ - تقاس المياه القياسية للأسمنت باستخدام منضدة قياس الانسياب للمونة على أن يكون انسياب المونة ١٠٥ - ١٢٠ % .
- ٢ - يجهز محلول واحد عياري من هيدروكسيد الصوديوم لغمر العينات عند درجة حرارة ٨٠ °م.
- ٣ - يجهز عدد ٤ قوالب لكل اختبار ويكون طول القالب ٢٨٥ مم وأبعاد مقطعه ٢٥ × ٢٥ مم وبنهايتيه ثقب دائري.
- ٤ - يجهز وعاء للمعالجة عند درجة حرارة ثابتة ٨٠ °م طول فترة الاختبار (بعد ٢٤ ساعة وحتى ١٤ يوماً) من الغمر .
- ٥ - تخلط العينات كالآتي :

١ - تخلط العينات بنسبة خلط ٢,٥ : ١ من الركام والأسمنت على التوالي .

٢ - تستخدم نسبة المياه القياسية المقاسة لانسياب العينة .

٣ - تعالج العينات بالرطوبة ١٠٠% لمدة ٢٤ ساعة ثم توضع في الماء عند ٨٠ °م وتقاس

L1 بعد الغمر لمدة ٢٤ ساعة، ثم توضع في محلول هيدروكسيد الصوديوم عند درجة

٨٠ °م ، ويقاس دورياً L2 لمدة ١٤ يوماً .

٢-٢٧-٧ النتائج

$$\text{Expansion \%} = \frac{L_2 - L_1}{L} \times 100$$

حيث :

L	= طول القالب
L1	= الطول بعد غمر العينة لمدة ٢٤ ساعة .
L2	= الطول بعد غمر العينة عند الأعمار المقاسة حتى ١٤ يوم.

ملحوظة :

- ١ - التمدد الناتج عند عمر ١٤ يوماً في الطريقة المبرمجة يعادل النتائج التي يمكن الحصول عليها من الاختبار المذكور بالمواصفات القياسية الأمريكية رقم ASTM C 227 بعد عام عند (٣٨° م ورطوبة ١٠٠%) حيث أنها تذكر حداً أقصى للزيادة ٠,١ ، ٠,٠٥ ، ٠,٠١ % بعد ثلاثة شهور وستة شهور على التوالي .
- ٢ - يعتبر التمدد خارج الحدود القياسية إذا تجاوز ٠,٢ % عند عمر الغمر ١٤ يوماً.

٢-٢٧-٨ المراجع

- ASTM Cement, Concrete and Aggregate, Vol. 19, No. 1, June 1997.
 Rilem, Materials and Structures, Vol. 29, pp. 323 - 334 July 1996.
 ASTM C 1260 - 94 Standard Test Method, for Accelerated Mortar Bar Test for Alkali-Silica.
 ASTM C 227 - 90 Standard Test Method, for Potential Alkali Reactivity of Cement- Aggregate Combination (Mortar Bar Method).
 Rilem, TC - 106 Appendix B: Alkali-Aggregate Reaction - Accelerated Tests.

الجزء الثالث

اختبارات مياه الخلط والمعالجة

مقدمة :

يشتمل هذا الجزء على الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التى تم الرجوع إليها فى الكود المصرى لتصميم وتنفيذ الخرسانة وذلك لتحديد مدى صلاحية مياه الخلط والمعالجة لأعمال الخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الإجهاد وتشمل :

- تعيين الأملاح الذائبة

- تعيين الكلوريدات

- تعيين الكبريتات

- تعيين الكربونات والبيكربونات

- تقدير المواد العضوية

- تقدير المواد العالقة

- تعيين كبريتيد الصوديوم

١-٣ تعيين الأملاح الذائبة

DETERMINATION OF SOLUBLE SALTS

١-١-٣ عام

تحتوى المياه على أملاح ذائبة منها الضار وغير الضار بالخرسانة، والمياه الصالحة للشرب تصلح لأعمال صناعة الخرسانة .

٢-١-٣ الهدف

تعيين محتوى الأملاح الذائبة فى الماء (جم/لتر) بتبخير حجم معلوم من الماء حتى الجفاف.

٣-١-٣ تعريفات

الأملاح الذائبة فى الماء تعين بتبخير الماء المرشح وحساب نسبة المواد غير المتطايرة .

٤-١-٣ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام .
- فرن تجفيف .
- طبق تبخير .

٥-١-٣ العينات

يجهز ١ لتر من عينة المياه بترشيحها لفصل المواد العالقة.

٦-١-٣ خطوات الاختبار

- ١ - ترشح عينة المياه ترشيحا دقيقا ويؤخذ من الرشيع حجم مناسب لإجراء الاختبار عليه .
- ٢ - توضع حوالى ٢٥ مل من العينة فى طبق تبخير معلوم الوزن (يفضل أن يكون الطبق من البلاستيك).
- ٣ - تبخر على حمام مائى حتى الجفاف ثم ينقل إلى فرن تجفيف عند درجة ١٠٥°م حتى ثبات الوزن

٧-١-٣ النتائج

$$S = \frac{W_1 - W}{V} \times 1000$$

حيث :

S = الأملاح الذائبة جم / لتر

W = وزن البلاطينة فارغة (جم)

W₁ = وزن البلاطينة بالرامب (جم)

V = حجم العينة (مل)

٨-١-٣ حدود القبول والرفض

- يشترط ألا يزيد محتوى الأملاح الكلية الذائبة (T.D.S) على ٢,٠٠ جرام فى اللتر .

٩-١-٣ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٠ / ١٩٦٢ مياه الشرب والتلج والطرق القياسية لفحصهما وتحليلهما

ASTM D 1888-78 Standard Test Method for Particulate and Dissolved Matter, Solids or Residue in Water

٢-٣ تعيين الكلوريدات

DETERMINATION OF CHLORIDES (Cl^-)

١-٢-٣ عام

الكلوريدات أملاح تذوب فى الماء وتعين على هيئة (Cl^-) بطريقة التبخير طبقا لما ورد بالموصفات القياسية المصرية رقم ١٩٠ وتصلح هذه الطريقة للمياه المحتوية على ٠,٠٠٥ جرام/لتر أو أكثر .

٢-٢-٣ الهدف

تعيين الكلوريدات الذائبة فى الماء بمعايرتها بمحلول ٠,٠٢٥ عيارى من نترات الفضة فى وجود ثنائى كرومات البوتاسيوم أو كرومات البوتاسيوم وتحسب على هيئة (Cl^-).

٣-٢-٣ تعريفات

الكلوريدات أملاح تقبل الذوبان فى الماء ، ومسموح بتواجدها بحدود فى المياه المستخدمة فى أعمال الخرسانة.

٤-٢-٣ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام .
- فرن تجفيف .
- زجاجيات وأنوات معملية .

٥-٢-٣ العينات

يجهز ١ لتر من عينة المياه بعد ترشيحها لفصل أى مواد عالقة.

٦-٢-٣ خطوات الاختبار

- ١ - ترشح عينة المياه لفصل المواد العالقة.
- ٢ - تؤخذ من العينة المرشحة ٥ مل وتخفف إلى حوالى ٥٠ مل بالماء المقطر .
- ٣ - يتم ضبط الأس الهيدروجينى للعينة إلى ٨,٣ وذلك باستخدام حامض الكبريتيك المخفف

(١ : ١٩) أو هيدروكسيد الصوديوم ١٠ جم / لتر .

٤ - يضاف من ٥ - ١٠ نقط من الكاشف (ثنائى كرومات البوتاسيوم).

٥ - يعاير الخليط بمحلول نترات الفضة عيارية (٠,٠٢٥ عيارى) حتى يظهر اللون الأحمر .

٧-٢-٣ النتائج

$$Cl^- g/L = \frac{V \times N \times 35.5}{V_1} \times 1000$$

حيث :

$Cl^- g/L$ - تحسب الكلوريدات على هيئة (Cl^-) جم / لتر

V - حجم نترات الفضة المستخدمة فى المعايرة .

N - عيارية نترات الفضة .

V_1 - حجم العينة المختبرة (مل) .

٨-٢-٣ حدود القبول والرفض

- يشترط ألا يزيد محتوى الكلوريدات على هيئة (Cl^-) على ٠,٥ جرام فى اللتر .

٩-٢-٣ المراجع

المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٠/١٩٦٢ مياه الشرب والتلج والطرق القياسية لفحصهما وتحليلهما

ASTM D 512-85 Standard Test Method for Chloride Ion in Water

٣-٣ تعيين الكبريتات

DETERMINATION OF SULFATES (SO_3)

٣-٣-١ عام

الكبريتات الذائبة فى الماء تعين على هيئة (SO_3) طبقا لما ورد بالمواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٠ / ١٩٦٢ .

٣-٣-٢ الهدف

تعيين الكبريتات الذائبة فى الماء ويحسب على هيئة (SO_3).

٣-٣-٣ تعريفات

الكبريتات الذائبة فى الماء تعين بترسيبها بمحلول مشبع من كلوريد الباريوم ويحرق الراسب عند درجة ٩٠٠°م .

٣-٣-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام .

- فرن حريق كهربى .

- زجاجيات معملية .

٣-٣-٥ العينات

يجوز ١ لتر من عينة المياه بعد ترشيحها لفصل المواد العالقة.

٣-٣-٦ خطوات الاختبار

١ - تؤخذ ١٠٠ مل من عينة المياه بعد ترشيحها فى كأس زجاجى سعة ٢٥٠ مل .

٢ - يضاف من ١ - ٢ مل حامض الهيدروكلوريك (١ : ١) مع إضافة عدة نقط من كاشف الميثيل البرتقالى.

٣ - يضاف ١٠ مل من محلول ١٠٪ . كلوريد الباريوم ويلاحظ ترسيب راسب أبيض.

٤ - يسخن المحلول لدرجة حوالى ٨٠°م لمدة لا تقل عن ساعة تقريبا .

- ٥ - يضاف محلول إضافى من كلوريد الباريوم حتى يتم التأكد من الترسيب الكامل للكبريتات .
- ٦ - يرشح الراسب على ورق ترشيح وإتامن عنيم الرماد رقم ٤٤ أو ما يعادلها ويغسل عدة مرات بالماء المقطر الساخن ويعاد الكشف على نظافة الرشيع من الكبريتات .
- ٧ - تحرق ورقة الترشيح بعد تجفيفها فى بوتقة جافة معلومة الوزن لمدة ساعة عند درجة ٥٩٠°م .

٧-٣-٣ النتائج

$$SO_3 g/L = \frac{W}{V} \times 0.343 \times 1000$$

حيث :

$SO_3 g/L$	= الكبريتات (SO_3) جم / لتر
W	= وزن الراسب بعد الحرق (جم)
V	= حجم العينة المختبرة (مل)

٨-٣-٣ حدود القبول والرفض

- يشترط ألا يزيد محتوى الكبريتات على هيئة (SO_3) على ٠,٣ جرام فى اللتر .

٩-٣-٣ المراجع

المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٠ / ١٩٦٢ مياه الشرب والتلج والطرق القياسية لفحصهما وتحليلهما .

ASTM D 516-82 Standard Test Method for Sulfate Ion in Water

٣-٤ تعيين الكربونات والبيكربونات

DETERMINATION OF CARBONATES & BICARBONATES

٣-٤-١ عام

المياه ذات رقم هيدروجينى أقل من ٨,٣ تكون القلوية الكلية لها عبارة عن قلوية البيكربونات وإذا كان الرقم الهيدروجينى أكثر من ٨,٣ تكون القلوية عبارة عن قلوية الكربونات وقلوية البيكربونات، وفى هذه الحالة يستعمل أولاً دليل الفينولفثالين وتعاير العينة باستعمال حمض الكبريتيك ٠,٢ عيارى حتى اختفاء اللون الأحمر ، ويسجل حجم الحمض المستخدم ثم يضاف دليل الميثيل البرتقالى وتستكمل المعايرة حتى نقطة التعادل بالنسبة لدليل الميثيل البرتقالى ويسجل حجم الحمض المستخدم الكلى .

٣-٤-٢ الهدف

تعيين محتوى الكربونات والبيكربونات .

٣-٤-٣ تعريفات

محتوى الكربونات والبيكربونات يعتبر دلالة على درجة قلوية المياه ويتم تعيينها على هيئة كربونات كالسيوم جم/لتر .

٣-٤-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام

- سخان كهربائى مسطح

- زجاجيات معملية

٣-٤-٥ العينات

تجهز عينة مرشحة من المياه لفصل المواد العالقة .

٣-٤-٦ خطوات الاختبار

١ - يجهز محلول ١,٠ عيارى كربونات الصوديوم الجافة بإذابة وزن ٥٢,٩٩٦٩ جم منها فى لتر مياه مقطرة .

٢ - يجهز ١,٠ عيارى حمض كبريتيك مركز يتخفيف ٢٨ مل من الحامض بالماء المقطر الى حجم لتر .

٣ - يعاير الحامض بكاربونات الصوديوم ١,٠ عيارى وتضبط عياريته إلى ١,٠ عيارى بالضبط ثم يؤخذ منه ٢٠ مل ويخفف إلى لتر بالماء المقطر فى ورق عيارى لتحضير حامض ٠,٠٢ عيارى (١ مل من الحامض ٠,٠٢ عيارى يكافئ ١ مللى جرام كاربونات كالسيوم)

٤ - يؤخذ ٥٠ مل من العينة ويضاف إليها دليل الميثيل البرتقالى وتعاير بالحامض ٠,٠٢ عيارى حتى يتغير اللون الأصفر إلى اللون البرتقالى .

٥ - يؤخذ ٥٠ مل من العينة ويضاف إليها الفينولفتالين وتعاير بالحامض ٠,٠٢ عيارى حتى اختفاء اللون الأحمر .

٦ - يضاف الميثيل البرتقالى على نفس العينة وتكمل المعايرة حتى نقطة التعادل (اللون الأصفر إلى البرتقالى) .

٣-٤-٧ النتائج

حجم الحمض المستخدم فى المعايرة فى وجود دليل الميثيل البرتقالى
القلوية الكلية مقدرة ككاربونات كالسيوم جم/لتر - $\frac{\text{حجم الحمض المستخدم فى المعايرة فى وجود دليل الميثيل البرتقالى}}{\text{حجم العينة}}$

فى حالة القلوية الكلية كاربونات وبيكاربونات :

- قلوية الكاربونات (مقدرة ككاربونات كالسيوم) جم/لتر -

$\frac{\text{حجم حمض الكبريتيك المستخدم فى المعايرة فى وجود دليل الفينولفتالين}}{\text{حجم العينة}} \times ٢$

- قلوية البيكاربونات جم/لتر = القلوية الكلية - قلوية الكاربونات .

٣-٤-٨ حدود القبول والرفض

- يشترط ألا يزيد محتوى الكاربونات والبيكاربونات على ١,٠٠ جرام فى اللتر .

٣-٤-٩ المراجع

المواصفات القياسية المصرية رقم ١٨٦٣ / ١٩٩٠ طرق فحص واختبار مياه الشرب المعبأة

٣-٥ تقدير المواد العضوية

ORGANIC MATTERS

٣-٥-١ عام

يجرى الاختبار بفصل المواد العضوية عن غير العضوية بالحرق عند درجة ٦٠٠°م للراسب بعد تبخير حجم معلوم من المياه .

٣-٥-٢ الهدف

يهدف الاختبار إلى تعيين المواد العضوية (جم /لتر) .

٣-٥-٣ تعريفات

المواد العضوية هي المواد المتطايرة عند درجة ٦٠٠°م من الراسب المتبقى من تجفيف حجم معلوم من المياه

٣-٥-٤ الأجهزة

ميزان حساسيته ٠,١ ملليجرام .

فرن تجفيف .

فرن حريق يصل إلى ٦٠٠°م .

بوتقة بلاتين .

زجاجيات معملية .

٣-٥-٥ العينات

تجهز عينة من المياه المرشحة الخالية من المواد العالقة .

٣-٥-٦ خطوات الاختبار

١ - يؤخذ ١٠ مل من الماء المرشح فى طبق بلاتين نظيف ويترك ليتبخر على حمام رملى عند درجة حرارة ١٠٥°م حتى الجفاف وثبات الوزن .

٢ - يسخن الطبق البلاتينى عند درجة حرارة ٦٠٠°م ويترك ليبرد .

٣ - يضاف ١٠٠ مل من الماء المقطر ويعاد تجفيفه مرة أخرى عند درجة حرارة ١٨٠°م لمدة ساعة وتوزن .

٧-٥-٣ النتائج

(الوزن عند ١٠٥°م - الوزن عند ٦٠٠°م) × ١٠٠٠

حجم العينة

المواد العضوية عند ٦٠٠°م جم / لتر =

٨-٥-٣ حدود القبول والرفض

- يشترط ألا يزيد محتوى المواد العضوية على ٠,٢ جرام في اللتر .

٩-٥-٣ المراجع

ASTM D 1888-78 Standard Test Method for Particulate and Dissolved Matter , Solids or Residue in Water

٣-٦ تقدير المواد العالقة

ESTIMATION OF TURBIDITY

٣-٦-١ عام

تعتمد هذه الطريقة على نوع وكمية المواد العالقة والتي تؤدي إلى اختفاء صورة لهب شمعة قياسية وكلما زادت العكارة قلت مسافة مرور الضوء . ويمكن استخدام هذه الطريقة لأى عينة من المياه بشرط أن تكون خالية من الألياف والمواد العالقة الكبيرة التي ترسب بسرعة. وللحصول على نتائج صحيحة يجب استعمال أواني زجاجية نظيفة وأن تكون العينة خالية من فقاعات الهواء وألا يحدث اضطراب لسطح الماء.

٣-٦-٢ الهدف

تقدير العكارة الممثلة فى الطين والمواد العالقة .

٣-٦-٣ تعريفات

تشمل العكارة المواد العالقة والمواد الطينية الناعمة غير المترسبة .

٣-٦-٤ الأجهزة

- جهاز شمعة جاكسون وهو جهاز قياسى لتقدير العكارة .

- شمعة قياسية تحترق ٧,٤ - ٨,٤ جم / ساعة

٣-٦-٥ العينات

١ - يفضل تقدير العكارة فى نفس يوم أخذ العينة ومن الممكن أن تحفظ حتى ٢٤ ساعة وإذا زادت مدة الحفظ عن ذلك يضاف للعينة ١ جم من كلوريد الزئبق فى لتر من العينة - وفى جميع الحالات ترج العينة جيدا قبل إجراء الاختبار .

٢ - تجهز محاليل قياسية بإضافة ٥ جم من الفحم الناعم أو الشب فى لتر ماء ثم ترج وتترك ٢٤ ساعة.

٣ - يسحب حجم معلوم من المحلول الرائق بدون رج وتقدر له العكارة الموجودة به بواسطة جهاز شمعة جاكسون.

٤ - يخفف المحلول المقاس لتحضير سلسلة من المحاليل القياسية وتحفظ لمدة ٢٤ ساعة بإضافة ١ جم / لتر كلوريد الزنبيق مع الرج قبل الاستعمال .

٣-٦-٢ خطوات الاختبار

١ - تقدر العكارة بوضع العينة تدريجيا فى الأنبوبة الزجاجية الخاصة بجهاز الشمعة لجاكسون حتى تختفى صورة اللهب فإذا كانت العكارة أقل من ١٠٠٠ وحدة نقرأ النتيجة مباشرة وفى حالة ما إذا زادت العكارة عن ١٠٠٠ وحدة يخفف المحلول بقدر معلوم (الضعف أو ثلاثة أضعاف) يؤخذ فى الاعتبار عند تقدير العكارة، وإذا لم تختف صورة اللهب فإن العينة تعتبر شفافة (خالية من العكارة).

٢ - لتقدير العكارة التى تتراوح من ٥ - ١٠٠ وحدة لا يستعمل جهاز الشمعة ولكن تقارن العكارة بمحاليل قياسية مع وضع ضوء أعلى العينة والمحلل القياسى ، وينظر إلى المحلولين من جهة ويوضع فى الجهة الأخرى خطوط سوداء مستقيمة مرسومة على ورقة بيضاء .

٣ - فى حالة استخدام أجهزة عكارة خلاف جهاز الشمعة يجب اتباع تعليمات تشغيل الجهاز بدقة مع مراعاة معايرته بجهاز الشمعة لجاكسون .

٤ - عند تقدير عكارة أقل من ٥ وحدات يستخدم الأجهزة التى تعتمد على الأشعة الضوئية المتفرقة بدلا من الضوء الممتص مثل جهاز سانت لويس مع اتباع تعليمات الجهاز بدقة ومعايرته بجهاز الشمعة لجاكسون .

٣-٦-٧ النتائج

بمقارنة عينة المياه بالمحلل القياسى يمكن معرفة درجة العكارة بها .

٣-٦-٨ حدود القبول والرفض

- يشترط ألا تزيد المواد الغير العضوية وهى الطين والمواد العالقة على ٢,٠٠ جرام فى اللتر .

٣-٦-٩ المراجع

المواصفة القياسية المصرية رقم ١٩٠ / ١٩٦٢ مياه الشرب والتلج والطرق القياسية لفحصهما وتحليلهما

٧-٣ تعيين كبريتيد الصوديوم

DETERMINATION OF SODIUM SULFIDE

١-٧-٣ عام

قد يتواجد كبريتيد الصوديوم فى مياه تصلح لأعمال الخرسانه بينما لاتصلح للشرب ، لذا فإن تواجده غير ضار لمياه الخلط ما لم يتجاوز تركيزه الحد المسموح بتواجده طبقا لما ورد بمواصفات مياه الخلط بالكود المصرى لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة .

٢-٧-٣ الهدف

يهدف الاختبار الى تقدير تركيز كبريتيد الصوديوم .

٣-٧-٣ تعريفات

كبريتيد الصوديوم أحد المركبات الكيميائية غير المرغوب فى تواجدها فى مياه الخلط للخرسانة بنسبة تزيد عن ٠,١ جرام /لتر .

٤-٧-٣ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ مم .
- سخان كهربائى مسطح .
- زجاجات معملية .

٥-٧-٣ العينات

يجهز ١ لتر من عينة المياه بترشيحها بفصل المواد العالقة .

٦-٧-٣ خطوات الاختبار

- ١- يؤخذ ١٠٠ مل من العينة فى دورق مخروطى ويضاف لها ثلاث نقط من محلول أسيتات الزنك ٠,٠٢ عيارى ، ثم تضاف نقطتان من محلول هيدروكسيد الصوديوم ٦ عيارى .
- ٢ - يرشح الراسب المتكون من ورقة ترشيح عادية ثم ينقل الراسب من ورقة الترشيح إلى دورق مخروطى آخر وذلك بغسل ورقة الترشيح بالماء المقطر .

- ٣ - يضاف ٢ مل من حامض الهيدروكلوريك ٦ عيارى لإذابة الراسب .
- ٤ - يضاف ١٠ مل من محلول اليود ٠.١ عيارى ليتحول اللون إلى اللون البنى ، وإذا لم يظهر اللون البنى تضاف كمية أخرى معلومة من اليود ليتحول اللون إلى اللون البنى وتكون كمية اليود المضافة هي (v) .
- ٥ - يعاير المحلول بمحلول ثيو سلفات الصوديوم $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ٠.١ عيارى حتى يتحول اللون البنى إلى عديم اللون ، وليكن حجم المحلول المستخدم فى المعايرة (v₁) .
- ٦ - يحسب محتوى الكبريتيد بالعينة مقدرة ككبريتيد الصوديوم جرام / لتر .

٧-٧-٣ النتائج

$$\text{Na}_2\text{S g/L} = \frac{(V \times 0.1) - (V_1 \times 0.1)}{M(100\text{ml})} \times 39$$

حيث :

Na ₂ S g/L	=	محتوى كبريتيد الصوديوم
V	=	حجم محلول اليود المضاف
V ₁	=	حجم محلول ثيو سلفات الصوديوم المضاف للمعايرة
M	=	حجم العينة (١٠٠ مل)

٨-٧-٣ حدود القبول والرفض

- يشترط ألا يزيد محتوى كبريتيد الصوديوم على ٠.١ جرام فى اللتر .

٩-٧-٣ المراجع

Standard Method for The Examination of Water and Wastewater . American Public Health Association. 20th Edition 1998.
ASTM Vol . 11.01 - Vol . 11.02 - 1994

الجزء الرابع

اختبارات الإضافات الكيميائية للخرسانة

مقدمة :

يشتمل هذا الجزء على الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التي تجرى على الإضافات الكيميائية الخرسانية كذلك أسس القبول واشترطات الرفض لتحديد مدى تحقيقها للخواص المطلوبة لأعمال الخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الإجهاد:

ويشمل التحقق من :

- متطلبات التجانس للإضافات الكيميائية للخرسانة

- متطلبات الأداة للإضافات الكيميائية للخرسانة

٤-١ متطلبات التجانس للإضافات

٤-١-١ عام

تجرى هذه الاختبارات لتحديد متطلبات التجانس الواجب توافرها فى سبعة أنواع من الإضافات الكيميائية المستخدمة مع الخرسانة المصنوعة بأسمنت بورتلاندى . وتشمل هذه الإضافات على :

- النوع أ : الإضافات المخفضة للماء
- النوع ب : الإضافات المبطنة للشك
- النوع ج : الإضافات المعجلة للشك
- النوع د : الإضافات المخفضة للماء والمبطنة للشك
- النوع هـ : الإضافات المخفضة للماء والمعجلة للشك
- النوع و : الإضافات عالية التخفيض للماء
- النوع ز : الإضافات عالية التخفيض للماء والمبطنة للشك

٤-١-٢ الهدف

إجراء اختبارات متطلبات التجانس للتأكد من تجانس كل رسالة تمثلها هذه العينات مع عينات الإضافة المختبرة والمقبولة.

٤-١-٣ تعريفات

تقسم الإضافات الى سبعة أنواع طبقاً للصفات التى تكتسبها الخلطة الخرسانية بإضافتها
مثل :

- إضافات تخفيض كمية الماء
وهى إما تزيد من قابلية تشغيل الخرسانة دون تغيير نسبة (الماء/الأسمنت) أو تحافظ على قابلية التشغيل وتقلل (الماء/الأسمنت) فتزداد مقاومة الخرسانة .
- إضافات تأخير الشك
وهى المواد التى تخفض معدل التفاعل الأولى بين الأسمنت والماء إذ تسبب تأخيراً فى شك وتصلد الخرسانة .

- إضافات تعجيل الشك

هى مواد تزيد معدل التفاعل الأولى بين الأسمنت والماء فتسبب تعجيل شك الخرسانة والحصول على مقاومة عالية مبكرة .

- إضافات تخفيض كمية الماء وتأخير الشك

هى مواد تجمع بين النوع (أ) والنوع (ب) .

- إضافات تخفيض كمية الماء وتعجيل الشك

هى مواد تجمع بين النوع (أ) والنوع (ج) .

- إضافات عالية التخفيض للماء

هى إضافات تحافظ على قابلية التشغيل مع خفض نسبة الماء / الأسمنت بدرجة عالية فتزداد المقاومة وتأثيرها أعلى من النوع الأول.

- إضافات عالية التخفيض للماء ومبطنة للشك

هى إضافات تجمع بين خصائص النوع (ب) والنوع (و) .

٤-١-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ مجم .

- ميزان ذو حساسية ١ مجم .

- فرن حريق حتى ١٠٠٠°م .

- فرن تجفيف .

- سخان كهربائى مسطح .

- هيدروميتر .

- جهاز قياس الأس الهيدروجينى .

- زجاجيات معملية.

٤-١-٥ العينات

يراعى فى جميع مراحل تحضير العينة تجنب امتصاصها للرطوبة أو ثانى اكسيد الكربون أو التبخر وذلك بجعل مدة تعرضها للجو الخارجى أقل ما يمكن .

أ - الإضافات على هيئة مصاحيق

- تؤخذ العينة بحيث تمثل ما لا يزيد على طن واحد أو أقل من الإضافات وتؤخذ العينة من ستة عبوات أو من ١ % من عدد العبوات الموجودة أيهما أكبر أو من جميع العبوات إذا كان عدد العبوات لا يتجاوز ستة ويجب التأكد من أن العبوات تمثل الرسالة تمثيلاً منتظماً.
- تجهز العينات الجزئية من العبوات بالطرق التالية :

- إذا احتوى الوعاء (العبوة) على أقل من ٥٠٠ جم تؤخذ جميع محتوياته
- إذا احتوى الوعاء (العبوة) على ٥٠٠ جرام أو أكثر تتبع إحدى الطريقتين التاليتين:
- ١ - تدخل أنسوبة أخذ العينات التى لا يقل قطرها عن ٢٥ مم داخل العبوة بحيث تؤخذ مادة الإضافة من قلب العبوة وبطولها بالكامل عدة مرات حتى نحصل على وزن قدره ٥٠٠ جم .
- ٢ - تفرغ محتويات العبوة على سطح جاف نظيف وتخلط جيداً ثم تؤخذ منها ثلاثة أجزاء على الأقل من أماكن مختلفة من الكومة بحيث لا يقل كل منها عن ١٢٥ جم .
- تكرر هذه العملية لكل عبوة ثم تخلط جيداً العينات الجزئية كى تعطى عينة واحدة مجمعة ثم تختزل هذه العينة المجمعة الى كيلوجرام واحد بطريقة التقسيم الربعى أو باستخدام مجزئ العينات.
- توضع العينة فى أوعية محكمة الغلق بحيث لا يتسرب الهواء إليها .

ب - الإضافات السائلة

- تؤخذ العينات من ستة أوعية أو من ١ % من عدد الأوعية أيهما أكبر أو تؤخذ من كل الأوعية إذا كان عددها أقل من ستة على أن تمثل العينات الرسالة تمثيلاً منتظماً وتمثل هذه العينة رسالة لا تزيد عن ٥٠٠٠ لتر من الإضافات السائلة ويراعى عند أخذ العينة رج الأوعية لتوزيع المواد العالقة مع إهمال الرواسب المتبقية بعد عملية الرج .
- تؤخذ العينات الجزئية مباشرة من الأوعية المختارة بالطرق التالية:

- ١ - إذا كان الوعاء يحتوى على أقل من ٠,٥ لتر تؤخذ كل محتويات الوعاء
- ٢ - إذا كان الوعاء يحتوى على ٠,٥ لتر أو أكثر يؤخذ ٠,٥ لتر من كل وعاء

تخلط العينات الجزئية المأخوذة بإحدى الطريقتين السابقتين لتكوين العينة النهائية ثم توضع العينة النهائية فى زجاجة أو أكثر نظيفة ذات سداده محكمة الغلق تماما وعليها علامة مميزة .

٤-١-٦ خطوات الاختبار

تجرى الاختبارات التالية على عينات الإضافات المأخوذة طبقا لبند (٤-١-٥) للتأكد من تجانس كل رسالة تمثلها هذه العينات مع عينات الإضافة المختبرة والمقبولة :

١ - اختبار محتوى المادة الصلبة (المحتوى الجاف) .

٢ - اختبار محتوى الرماد.

٣ - اختبار الكثافة النسبية .

٤ - اختبار تعيين الرقم الهيدروجينى .

٥ - اختبار تعيين أيون الكلوريد .

٤-١-٦-١ اختبار محتوى المادة الصلبة

يقدر محتوى المادة الصلبة مباشرة على النحو التالى:

أ - بالنسبة للإضافات السائلة

١- يوضع من ٢٥-٣٠ جم رمل قياسى (المار من منخل رقم ٣٠) جاف فى زجاجة ذات فوهة مصنفره خشنة قطرها الداخلى ٦٠ مم وإرتفاعها ٣٠ مم مزودة بغطاء بحيث يحكم غلقها .

٢- توضع الزجاجة والغطاء كل على حدة فى فرن تجفيف عند ١٠٥-١١٠ درجة مئوية وتترك لمدة ١٧ ساعة $\pm 1/4$ ساعة .

٣- تغطى الزجاجة وتوضع فى مجفف إلى أن تصل إلى درجة حرارة الغرفة وتوزن لأقرب ٠,٠٠١ جم (وليكن وزنها w) .

٤- ينزع الغطاء وتوزع ٤ مل من العينة داخل الزجاجة فوق الرمل وذلك باستعمال ماصة وتغطى مباشرة لتجنب الفقد بالتبخير وتوزن لأقرب ٠,٠٠١ جم (وليكن وزنها w_1) .

٥- توضع الزجاجة والغطاء كل على حدة داخل فرن التجفيف لتجفف فى درجة حرارة ١٠٥-١١٠ مئوية وتترك لمدة ١٧ ساعة $\pm 1/4$ ساعة .

٦- تغطى الزجاجاة وتوضع فى المجفف إلى درجة حرارة الغرفة وتوزن لأقرب ٠,٠٠١ جم (وليكن وزنها w_2)

٧- تحسب النسبة المئوية بالوزن لمحتوى المادة الصلبة كما يلى:

$$\frac{w_2 - w}{w_1 - w} \times 100 = \text{النسبة المئوية بالوزن لمحتوى المادة الصلبة}$$

ب - بالنسبة للإضافات الصلبة

الاختبار عبارة عن نزع الرطوبة من الإضافات الصلبة ويتم ذلك بوزن حوالى ٣ جم من عينة الإضافات الصلبة ثم توضع داخل الزجاجاة كالموضحة فى البند (أ-١) ثم تتبع نفس الخطوات المبينة فى البند (أ) وتعين النسبة المئوية لمحتوى المادة الصلبة .

٤-١-٦-٢ اختبار محتوى الرماد

يعطى محتوى الرماد دلالة عن المكونات غير العضوية ويحدد عن طريق حرق عينة الإضافات إلى ٦٠٠ درجة مئوية لإزالة أي مواد عضوية كالاتي:

١- تحرق البوتقة وغطاؤها فى درجة حرارة ٦٠٠ - ٢٥٠ مئوية لمدة ١٥-٣٠ دقيقة ثم تنقل إلى المجفف .

٢- تترك لتبرد لمدة ٣٠ دقيقة ثم توزن البوتقة بغطائها لأقرب ٠,٠٠١ جم .

٣- يضاف حوالى واحد جرام من عينة الإضافات (سواء كانت إضافات صلبة أو سائلة) إلى البوتقة ثم تغطى ويعاد الوزن .

٤- لكى نحصل على أقل فقد ميكانيكى بالحرارة تبلى العينة من الإضافات الصلبة بوضع قطرات من الماء ، ثم تزال قطرات الماء من عينة الإضافات الصلبة بتعريض البوتقة (بدون غطاء) إلى الأشعة تحت الحمراء أو فوق حمام مائى أو فى فرن تجفيف عند درجة حرارة ٩٠ مئوية.

٥- تنقل البوتقة إلى فرن حريق فى درجة حرارة الغرفة ويسخن تدريجيا حتى تصل درجة الحرارة إلى ٣٠٠ مئوية خلال ساعة ، ٦٠٠ مئوية خلال من ٢-٣ ساعة ، وتترك العينة فى درجة حرارة ٦٠٠ مئوية لمدة 16 ± 2 ساعة .

٦- تنقل البوتقة من الفرن إلى المجفف ويسمح لها بأن تبرد وهى مغطاة فى المجفف. توزن البوتقة والغطاء والمحتويات لأقرب ٠,٠٠١ جم بعد ٣٠ دقيقة من التبريد.

٧- بحسب مآؤى الرماء فى العىنة المأؤوءة كنسبة منوبة بالوزن لأقرب ١ ، ٠/٠. كما ىلى :

$$\text{مآؤى الرماء } \% = \frac{w_3 - w_1}{w_2 - w_1} \times 100$$

آىث:

w_1 = وزن البوتقة + الغطاء (بالجرام)

w_2 = وزن البوتقة + الغطاء + وزن العىنة قبل الحرق (بالجرام)

w_3 = وزن البوتقة + الغطاء + وزن العىنة بعد الحرق (بالجرام)

٤-١-٦-٣ اختبار الكفاءة النسبية للإضافاء السائلة

١- تعدل درجة الحرارة للعىنة بآىث تكون 20 ± 5 درجة منوبة ، ثم تنقل عىنة الإضافاء بعناية لمآبار مدرج نظىف سعته ٥٠٠ مل مع آجنب تكوين فقاعات هواء فى السائل .

٢- ىمسك الهىدرومىتر من قمته وىغمس فى السائل داخل المآبار ، ثم ىترك الهىدرومىتر آهى ىصل الى وضع الاتزان وىآىث لا ىلامس آدار المآبار .

٣- ىقرأ السآرىج عند قاعدة سطح السائل الملامس للجهاز لأقرب ٠,٠٠٢ ، ثم تسجل الكفاءة النسبية لأقرب ٠,٠٠٢ .

٤-١-٦-٤ اختبار تقدر الرقم الهىدروجىنى (pH)

١- يقدر الرقم الهىدروجىنى لعىنة الإضافاء السائلة المآبرة بأستآدام جهاز تعىىن الرقم الهىدروجىنى.

٢- فى حالة الإضافاء الصلبة ىتم إعداءها فى الصورة السائلة طبقا لىبائنات المنتج ثم يعىن الرقم الهىدروجىنى .

٤-١-٦-٥ اختبار مآؤى آىون الكلورىء (Cl⁻)

تستلآص هذه الطرىقة فى آآضىر كمىآىن معلومتىن ومتساوتىن من مآلول قىاسى من كلورىء الصوآىوم ثم إضافة كل منهما إلى مآلول عىنة الإضافاء وتقدر نسبة الكلورىءاء بعد كل إضافة بالمعابرة مع مآلول قىاسى من نترات الفضة بأستآدام قطب من الفضة لآآآىء نقطة التعادل بقىاس فرق الجهد .

ىمكن بهذه الطرىقة تقدر آىون الكلورىء فى العىنات التى آآؤى على نسبة قليلة آدا منه وىمكن فى نفس الوقت تقدر عىارية نترات الفضة والآآكم فى كمىة كلورىء الصوآىوم المضافة وىجرى الاختبار كالأآى :

أ - التجهيزات

١ - يجب ان تكون كل الكواشف من النوع التحليلي كما يستخدم الماء المقطر أو المعاد تقطيره (غير المتأين)

٢ - تحضر نترات الأمونيوم على هيئة محلول مشبع فى الماء .

٣ - يحضر حمض النيتريك تركيزه ٧٠ ٪ بالوزن .

٤ - محلول قياسي من كلوريد الصوديوم ٠,١ جزء /لتر (بإذابة ٥,٨٤٥ جم من كلوريد الصوديوم المجفف عند ١٥٠° م لمدة ساعتين فى الماء ثم تخفف بالماء حتى يصير حجمها لتر فى ورق قياسى) .

٥ - يجهز نترات الفضة ١، جزء/لتر بإذابة ١٧ جم من نترات الفضة فى الماء ثم تخفف إلى واحد لتر)

٦ - مقياس فرق الجهد أو جهاز تقدير الرقم الهيدروجينى

٧ - قطب من الفضة .

٨ - قطب زجاجى سالب و آخر زجاجى موجب

٩ - عند استعمال هذا الجهاز تتبع التعليمات المرفقة به حيث تختلف من نوع إلى آخر .

ب - خطوات الاختبار

١- يوزن ١٠-١٢ جم من العينة الممثلة للإضافة لأقرب ٠,٠١ جم فى ورق ٢٥٠ مل ويضاف ٥٠ مل من الماء ، ثم ٢ مل من حمض النيتريك المركز . إذا لم تذب العينة بالكامل ترشح خلال ورق ترشيح سريع (واتمان رقم ١ أو أي نوع مشابه له) ثم يغسل المتبقى بالماء.

٢- تختبر حامضية المحلول باستعمال ورق عباد الشمس ، ويضاف مزيد من حمض النيتريك إذا لزم الأمر ويخفف لحوالى ١٥٠ مل بالماء .

٣- يضاف بالماصة ١٠ مل من محلول كلوريد الصوديوم ، ثم يغمس كل من قطب الفضة والقطبين الزجاجيين فى المحلول ، وتوصل الأقطاب بمقياس فرق الجهد أو بمقياس الرقم الهيدروجينى ثم يعاير المحلول ببطء بمحلول نترات الفضة مع المحافظة على تقليب المحلول بقلاب مغناطيسى أو قلاب ميكانيكى .

٤- يسجل فرق الجهد وما يقابله من قراءة السحاحة لمحلول نترات الفضة المضافة على فترات متتالية وعند اقتراب نقطة التعادل حيث تكون زيادة فرق الجهد أسرع ، وتكون إضافة محلول نترات الفضة من ٠,١ إلى ٠,٤ مل وتستمر المعايرة بإضافة من ١ مل إلى ٢ مل بعد نقطة نهاية التعادل ، ثم يضاف بالمصه ١٠ مل أخرى من كلوريد الصوديوم لمحلول العينة وتستمر في المعايرة بنترات الفضة بنفس الطريقة السابقة .

ج - الحسابات

يحسب محتوى أيون الكلوريد على هيئة (Cl^-) من العلاقة التالية :

$$\frac{(v_1 - v_2) \times 3.546}{w(v_2 - v_1)}$$

حيث :

v_1 = حجم نترات الفضة اللازمة لمعايرة العينة + ١٠ مل من محلول كلوريد الصوديوم القياسي السابق تجهيزه .

v_2 = حجم نترات الفضة اللازمة لمعايرة العينة + ٢٠ مل من محلول كلوريد الصوديوم القياسي .

w = وزن العينة

ملحوظة :

يمكن تقدير محتوى أيون الكلوريد بأي طريقة أخرى مناسبة ولها نفس الدرجة من الدقة .

٤-٦-١-٦ اختبار الأشعة تحت الحمراء (اختياري)

يجرى هذا الاختبار لكل من الإضافات الصلبة والسائلة للتعرف الكيفي على المجموعات الكيميائية الوظيفية المميزة للإضافات المستخدمة وذلك عن طريق قياس طيفي الأشعة تحت الحمراء باستخدام الجهاز المستخدم لذلك في المدى من ٤٠٠-٤٠٠٠ سم^{-١} ، ومقارنة اللوحة الناتجة للإضافة المستخدمة باللوحة الخاصة بالشركة المنتجة، وذلك للتأكد من نقاوة العينة وسلامتها .

أ - الإضافات المسائلة

١- يخفف ٥ مل من محلول الإضافات تركيزه ٠,١ جم /مل الى ٢٠٠ مل بالماء المقطر ، ثم يسحب ٥ مل من هذا المحلول المخفف ويوضع في طبق تجفيف مع ٣,٥ جم من بروميد البوتاسيوم بمواصفات مناسبة للاستخدام في التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء ، وكذلك ٥ مل من الماء المقطر .

٢- يقلب هذا المخلوط حتى يذوب في الماء ويوضع في فرن تجفيف لمدة $17 \pm 1/4$ ساعة عند درجة حرارة 105 ± 3 درجة مئوية ، ثم يبرد وتنقل البقايا الجافة لتطحن في هون خاص ليصبح ناعما جدا .

٣- يخلط ٠,١ جم من هذه العينة المطحونة مع ٠,٤ جم من بروميد البوتاسيوم خلطا جيدا ، وتكبس على صورة شريحة رقيقة معدة طبقا للتعليمات المطلوبة في هذا المجال ، وتوضع في جهاز الأشعة تحت الحمراء لعمل اللوحة البيانية الخاصة بها.

ب - الإضافات الصلبة

١- يطحن ١٠ جم من العينة بحيث تصبح على صورة مسحوق ناعم وذلك باستخدام هون خاص، تنقل العينة إلى طبق تجفيف وتوضع في فرن التجفيف لمدة $17 \pm 1/4$ ساعة عند 105 ± 3 درجة مئوية .

٢- يوزن ٠,٠٠٥ جم من العينة الجافة وكذلك ٠,٩٩٥ جم من بروميد البوتاسيوم ذي المواصفة المناسبة للاستخدام في التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء ، تخلط المادتان جيدا ثم تكبس في صورة شريحة رقيقة معدة طبقا للتعليمات المطلوبة في هذا المجال ثم توضع في جهاز قياس الأشعة تحت الحمراء لعمل اللوحة البيانية للإضافة المختبرة .

٤-١-٧ حدود القبول والرفض

جدول (٤-١-١) متطلبات التجانس للإضافات

الخاصية	المتطلبات
محتوى المادة الصلبة	لا تزيد على ٥ ٪ بالوزن عن القيمة التي ينص عليها المنتج لكل من الإضافات السائلة والصلبة .
محتوى الرماد	لا يزيد على ١ ٪ بالوزن عن القيمة المحددة من المنتج .
الكثافة النسبية	للإضافات السائلة لا تزيد على ٠,٠٢ عن القيمة المحددة من المنتج .
الرقم الهيدروجيني	يقارن بالرقم المحدد من المنتج .
محتوى أيون الكلوريد	لا تزيد على ٥ ٪ عن القيمة المحددة بواسطة المنتج أو ٠,٢ ٪ من وزن الإضافة أيهما أكبر .
الأشعة تحت الحمراء	تكون مطابقة لبيانات المنتج .

٤-١-٨ المراجع

المواصفات القياسية المصرية رقم ١٨٩٩/١٩٩٠ إضافات الخرسانة ج ١ : الإضافات المخفضة للماء والإضافات المعجلة للشك والإضافات المؤخرة للشك

BS 5075 :Part 1-82

ASTM C 494 : (Part 14) Material Tests

٤-٢ متطلبات الأدائية للإضافات الكيميائية للخرسانة

٤-٢-١ عام

تجرى هذه الاختبارات لتحديد متطلبات الأدائية الواجب توافرها فى سبعة أنواع من الإضافات الكيميائية للخرسانة الأسمنتية ، وتشتمل هذه الإضافات على :

النوع أ : الإضافات المخفضة للماء

النوع ب : الإضافات المبطنة للشك

النوع ج : الإضافات المعجلة للشك

النوع د : الإضافات المخفضة للماء والمبطنة للشك

النوع هـ : الإضافات المخفضة للماء والمعجلة للشك

النوع و : الإضافات عالية التخفيض للماء

النوع ز : الإضافات عالية التخفيض للماء والمبطنة للشك

ويتم التحقق من متطلبات الأدائية للإضافات من خلال اختبار الخرسانة فى حالتها

الطازجة والمتصلدة ، وتشمل اختبارات الأدائية ما يلى :

- اختبار الخرسانة الطازجة وتشمل اختبارات الهبوط - معامل الدمك - محتوى الهواء المحبوس - أزمنة التصلد.

- اختبارات الخرسانة المتصلدة ، وتشمل اختبارات مقاومة الضغط ومقاومة الانحناء .

ويتم إجراء هذه الاختبارات على خلطتين إحداهما بدون الإضافة (خلطة التحكم) ، والخلطة الأخرى تحتوى على الإضافة المطلوب اختبار أدائيتها

٤-٢-٢ الهدف

تهدف هذه الاختبارات إلى الحكم على جودة أداء الإضافات من خلال اختبار خواص

الخرسانة الطازجة والخرسانة المتصلدة المحتوية على الإضافة ومقارنتها بنفس الخرسانة بدون

الإضافة (خلطة التحكم) ، ومطابقة نتائج الاختبارات مع حدود المواصفات القياسية المصرية.

٤-٢-٣ تعريفات

- إضافات مخفضة للماء

هى إضافات إما تزيد من قابلية التشغيل للخرسانة دون تغيير فى نسبة الماء/الأسمنت أو تحافظ على قابلية التشغيل مع خفض نسبة الماء/الأسمنت فتزداد المقاومة.

- إضافات مبطنة للشك

هى إضافات تبطئ معدل التفاعل الأولي بين الأسمنت والماء وبالتالي تسبب تأخيراً فى شك وتصلد الخرسانة.

- إضافات معجلة للشك

هى إضافات تعجل معدل التفاعل الأولي بين الأسمنت والماء فتسبب تعجيل شك الخرسانة والحصول على مقاومة مبكرة عالية.

- إضافات مخفضة للماء ومبطنة للشك

هى إضافات تجمع بين خصائص النوع الأول والنوع الثاني.

- إضافات مخفضة للماء ومعجلة للشك

هى إضافات تجمع بين خصائص النوع الأول والنوع الثالث.

- إضافات عالية التخليص للماء

هى إضافات تحافظ على قابلية التشغيل مع خفض نسبة الماء/الأسمنت بدرجة عالية فتزداد المقاومة ، وهى ذات تأثير أعلى من النوع الأول.

- إضافات عالية التخليص للماء ومبطنة للشك

هى إضافات تجمع بين خصائص النوع الثاني والنوع السادس.

- زمن التصلب الابتدائي

هو الزمن الذى يحدد من تمام خلط الخرسانة حتى الوصول إلى مقاومة اختراق قدرها ٠,٥ نيوتن/مم^٢ طبقاً للمواصفات المصرية رقم ١٨٩٩/١٩٩٠ وذلك للمونة المنخولة على منخل مقاس ٤,٧٦ مم .

- زمن التصلب النهائي

هو الزمن الذى يحدد من تمام خلط الخرسانة حتى الوصول إلى مقاومة اختراق مقدارها ٣,٥ نيوتن/مم^٢ طبقاً للمواصفات المصرية رقم ١٨٩٩/١٩٩٠ وذلك للمونة المنخولة على منخل مقاس ٤,٧٦ مم .

٤-٢-٤ الأجهزة

٤-٢-٤-١ الأجهزة الخاصة لاختبارات القابلية للتشغيل

أ - مخروط الهبوط القياسي لتعيين الهبوط .

ب - جهاز معامل الدمك لتعيين معامل الدمك .

٤-٢-٤-٢ جهاز تعيين محتوى الهواء

(طبقاً لما هو وارد باختبار ٦-٧)

٤-٢-٤-٣ جهاز تعيين أزمنة التصلب

كما هو موضح بالشكل رقم (٤-٢-١) والذى يتكون من منخل مقاس فتحته ٤,٧٦ مم - ميزان بتدريج يقرأ على الأقل ١٥ كجم - أوعية صلب غير منفذة للماء وغير ماصة ذات قطر ٧٥ مم على الأقل وعمق يتراوح بين ٥٠ - ١٠٠ مم - ساعة إيقاف - قضيب بقطر ٦,٧ ± ٠,٢٥ مم مثبت على حامل وماسك فى وضع رأسى بحيث يسمح بخفض القضيب رأسياً بإحكام وثبات لمسافة ٤٠ مم على الأقل وذلك لتعيين أزمنة التصلد الابتدائية والنهائية للخرسانة.

٤-٢-٥ عينات الإضافات

يسراعى فى الإضافات بشكل عام أن تكون فى الحالة المناسبة والتى يوصى بها المنتج للاستخدام العام.

أ - إضافات على هيئة مساحيق

تؤخذ العينة بحيث تمثل ما لا يزيد عن طن واحد أو أقل من الإضافات وتؤخذ العينة من ستة عبوات أو من ١% من عدد العبوات الموجودة أيهما اكبر أو من جميع العبوات إذا كان عدد العبوات لا يتجاوز ستة ، ويجب التأكد من أن العبوات تمثل الرسالة تمثيلاً منتظماً.

تجهز العينات الجزئية من العبوات بالطرق التالية :

- إذا احتوى الوعاء على أقل من ٥٠٠ جم يؤخذ جميع محتوياته.
- إذا احتوى الوعاء على ٥٠٠ جرام أو أكثر تفرغ إحدى العبوات على سطح جاف نظيف وتخلط جيداً ثم يؤخذ منها ثلاثة أجزاء على الأقل من أماكن مختلفة من الكومة بحيث لا يقل كل منها عن ١٢٥ جم. تكرر هذه العملية لكل عبوة ثم تخلط جيداً العينات الجزئية كى تعطى عينة واحدة مجمعة ثم تختزل هذه العينة المجمعة إلى كيلو جرام واحد بطريقة التقسيم الربيعى أو باستخدام مجزئ العينات.

- توضع العينة فى أوعية محكمة الغلق بحيث لا يتسرب الهواء إليها.

ب - إضافات سائلة

- تؤخذ العينات من ستة أوعية أو من ١% من عدد الأوعية أيهما أكبر أو تؤخذ من كل الأوعية إذا كان عددها أقل من ستة على أن تمثل العينات الرسالة تمثيلاً منتظماً.
- تؤخذ العينات الجزئية مباشرة من الأوعية المختارة بالطرق التالية :
- إذا كان الوعاء يحتوى على أقل من نصف لتر يؤخذ كل محتويات الوعاء.
- إذا كان الوعاء يحتوى على نصف لتر أو أكثر يؤخذ نصف لتر من كل وعاء.
- تخلط العينات الجزئية المأخوذة كما بالطريقة السابقة لتكوين العينة النهائية بحيث لا تقل العينة المجمعة عن لتر واحد ثم توضع العينة النهائية فى زجاجة أو أكثر نظيفة ذات سداده محكمة الغلق تماماً وعليها علامة مميزة.

٤-٢-٦ مكونات الخلطة الخرسانية

- الأسمنت

أسمنت بورتلاندى عادى مطابق للمواصفات القياسية المصرية رقم ٣٧٣.

- الركام الكبير

يجب أن يكون الركام الكبير جافاً تماماً (يجفف فى فرن إذا أمكن) ويكون نظيفاً وخالياً من المواد العضوية والشوائب ومطابقاً للمواصفات القياسية رقم ١١٠٩. ويراعى أن يكون الركام الكبير ذا مقاسين من ٢٠ - ١٠ مم ، ومن ١٠ - ٥ مم ، ويجب ألا يزيد معامل التقلطح فى حبيباته على ٣٥% .

- الركام الصغير

يجب أن يكون الركام الصغير جافاً تماماً (يجفف في فرن إذا أمكن) ويكون نظيفاً وخالياً من المواد العضوية والشوائب ومطابقاً للمواصفات القياسية رقم ١١٠٩ . كما يراعى فى الركام الصغير (الرمل) أن يكون تدرجه فى حدود المنطقة الثالثة للتدرج ، وألا تزيد المواد الحمضية الذائبة به على ٥%.

- ماء الخلط

يكون من ماء الشرب النقى.

٤-٢-٧ نسب مكونات الخلطات الخرسانية

٤-٢-٧-١ خلطة (أ) (بدون إضافات - خلطة التحكم)

- الأسمنت : ٣٠٠ ± ٥ كجم/م^٣ .

- نسب الأسمنت إلى الركام الشامل ١ : ٦ بالوزن .

- نسب مكونات الركام بالوزن : ٤٥ جزء من مقاس ٢٠ - ١٠ مم ، ٢٠ جزء من مقاس ١٠ - ٥ مم ، ٥ جزء من الركام الصغير .

- الماء : ويكون بالكمية التى تعطى للخلطة الخرسانية هبوطاً قيمته ٦٠ ± ١ مم أو معامل دمك يتراوح بين ٨٨% - ٩٤% .

- محتوى الهواء : لا يتعدى ٣,٠% .

٤-٢-٧-٢ خلطة (ب) (المحتوية على الإضافات)

يكون لها نفس نسب مكونات الخلطة الخرسانية السابقة (خلطة أ) مع استخدام الإضافات بالنسبة التى يوصى بها المنتج ، ومحتوى الماء الذى يجعل هذه الخلطة الخرسانية لها نفس تشغيلية خلطة التحكم المذكورة (خلطة أ) ، بحيث لا يتعدى الفرق بين محتوى الهواء بها عن خلطة التحكم (خلطة أ) بأكثر من ٢,٠% ولا يزيد المحتوى الكلى للهواء على ٣,٠% .

٤-٢-٨ العينات الخرسانية

العينات الخاصة لكل من اختبارات الخرسانة الطازجة (الهبوط - معامل الدمك - محتوى الهواء المحبوس) واختبارات الخرسانة المتصلدة (مقاومة الضغط - مقاومة الانحناء) يتم أخذها طبقاً للاختبارات الخاصة بها والواردة فى هذا الدليل.

ويتم أخذ عينات الخرسانة المتصلدة وتجهيزها للاختبار بعد أعصار ١ و ٣ و ٧ و ٢٨ يوماً وذلك لاختبار الضغط والانحناء ، كما يمكن إجراء اختبار الضغط بعد ٦ شهور. وفي حالة الأعمال التي لا يمكن عمل معالجة للعينات لمدة ٦ أشهر وفي حالة الحصول على نتائج سريعة يمكن إهمال اختبار الخرسانة بعد عمر ٦ أشهر.

- عينات اختبار أزمنة التصلب

يتم تجهيز عينات اختبار أزمنة التصلد كما يلي :

- أ - يتم فصل المونة من الخرسانة سواء لخلطة التحكم (خلطة أ) أو لخلطة الإضافات (خلطة ب) بالنخل خلال منخل مقاس فتحته ٤,٧٦ مم على سطح غير منفذ، ثم يعاد خلط المونة بواسطة مسطرين يدوي وتملأ الأوعية بارتفاع يقل ١٠ مم عن حافة الوعاء على أن توضع المونة على عشر دفعات ويدق الوعاء أربع مرات بعد كل إضافة.
- ب - تغطى الأوعية المملوءة بالمونة لمنع تبخر الماء وتحفظ في جو درجة حرارته 20 ± 2 درجة مئوية .

٩-٢-٤ خطوات الاختبار

٩-٢-٤-١ اختبارات الخرسانة الطازجة

يتم إجراء اختبارات الخرسانة الطازجة* - الهبوط - معامل الدمك - محتوى الهواء* طبقاً للاختبارات الخاصة بها أرقام (٢-٦) ، (٥-٦) ، (٦-٦) في هذا الدليل.

ويتم إجراء اختبار أزمنة التصلد تبعاً لما يلي:

- بعد تجهيز العينات كما هو موضح بالبند (٨-٢-٤) يوضع الوعاء على قاعدة الميزان ويرفع الغطاء، ويوضع الوعاء بحيث يكون سطح المونة على بعد ٢٠ مم على الأقل أسفل نهاية القضيب النحاس ويراعى أن يكون موضع اختراق سطح المونة على بعد لا يقل عن ٢٠ مم من إطار الوعاء ويضبط تدريج الميزان حتى بدايته أو تسجل القراءة المقابلة لكتلة الوعاء المملوء.

- يتم إنزال القضيب النحاسي ببطء داخل المونة حتى بداية التلامس بين الوردة النحاسية وسطح المونة وفي هذه اللحظة تسجل قراءة تدرج الميزان بالكيلوجرام.

- يتم تعيين مقاومة الاختراق كل ساعة - حتى مقاومة قدرها ١,٠ نيوتن/مم^٢ وبعد ذلك يتم تعيين المقاومة كل نصف ساعة حتى تصل لمقاومة قدرها ٤,٠ نيوتن/مم^٢.

٤-٢-٩-٢ اختبارات الخرسانة المتصلدة

تجرى اختبارات الخرسانة المتصلدة * مقاومة الضغط - مقاومة الانحناء * طبقاً للاختبارات أرقام (٢-٧) ، (٤-٧) الواردة فى هذا الدليل على العينات المجهزة وعند الأعمار المحددة.

٤-٢-١٠ المساعدات الإيضاحية

للمساعدة فى تعيين أزمنة التصلب الابتدائية والنهائية يتم رسم العلاقة بين مقاومة الاختراق (نيوتن/مم^٢) عند الأزمنة المختلفة والزمن المناظر لكل منها.

٤-٢-١١ النتائج

يتم تحديد نتائج الاختبارات للخرسانة الطازجة (الهبوط ومعامل الدمك ومحتوى الهواء) واختبارات الخرسانة المتصلدة (مقاومة الضغط ومقاومة الانحناء) وذلك طبقاً للاختبارات أرقام (٢-٦ ، ٥-٦ ، ٦-٦ ، ٧-٦ ، ٢-٧ ، ٤-٧) بهذا الدليل . أما بالنسبة لحساب أزمنة التصلد فيتم حسابها كما يلى :

تُحسب مقاومة الاختراق (نيوتن/مم^٢) فى أوقات الاختبار المختلفة وذلك بقسمة القراءة المسجلة لتدرج الميزان بالكيلوجرام على ٣ (ويمكن عمل هذه الطريقة المبسطة باستعمال قضيب نحاس مساحة نهايته ٣٠ مم^٢) ويحدد زمن التصلب الابتدائي بالزمن اللازم للحصول على مقاومة اختراق قدرها ٠,٥ نيوتن /مم^٢ وزمن التصلب النهائي هو الزمن اللازم للحصول على مقاومة اختراق قدرها ٣,٥ نيوتن/مم^٢.

٤-٢-١٢ حدود القبول أو الرفض

يجب أن تحقق نتائج اختبارات الخرسانة الطازجة والخرسانة المتصلدة القيم الموضحة بالجدول رقم (٤-٢-١-أ) للخرسانة الطازجة و (٤-٢-١-ب) للخرسانة المتصلدة.

٤-٢-١٣ التقرير

يحتوى هذا البند على العناصر الأساسية للبيانات التى يجب أن يتضمنها تقرير نتائج الاختبار . ويمكن تقسيم هذه البيانات الى معلومات ونتائج ومن ثم يتم تحديد مدى الصلاحية إن أمكن وذلك على النحو التالى :

أ - المعلومات

- اسم معمل الاختبار وعنوانه.
- اسم طالب الاختبار وعنوانه.
- تاريخ ورود العينة أو العينات.
- تاريخ إجراء الاختبار.
- المواصفات القياسية المتبعة.
- توصيف العينات.
- طريقة وظروف حفظ العينات.
- حدود القبول أو الرفض طبقا للمواصفات المتبعة.

ب - نتائج الاختبارات

اعداد تقرير يشتمل على نتائج الاختبارات مزيلة بتوقعات المسئولين عن إجراء الاختبار وإعداد التقرير.

ج - الصلاحية

يضاف هذا البند فى التقارير الاستشارية.

٤-٢-١٤ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١٨٩٩ / ١٩٩٠ والخاصة بإضافات الخرسانة المخففة للماء والإضافات المعجلة للشك والإضافات المبطنة للشك.
- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ١٦٥٨ / ١٩٨٩ الجزء الثانى والثالث الخاصة باختبارات القابلية للتشغيل*الهبوط ومعامل الدمك ومحتوى الهواء* وأيضا اختبارات الخرسانة المتصلدة وتشمل مقاومة الضغط ومقاومة الانحناء.
- المواصفات الأمريكية ASTM C-494/96
Specification for chemical Admixtures for concrete
- المواصفات البريطانية BS-5075 لسنة ١٩٨٢ والمعدلة لسنة ٢٠٠٠.
Concrete admixtures

جدول (٤-١-٢) متطلبات التوثيق* لخرسانة الإضافات - الخرسانة الطازجة

نوع الإضافات									
عالية تليين الماء ومزجورة	عالية تليين الماء	حالة تليين الماء	معدلة للماء ومعدلة للشك	معدلة للماء ومزجورة للشك	معدلة للشك	مزجورة للشك	معدلة للماء	معدلة للماء	الخاصية
٨٨	٨٨	٩٥	٩٥	٩٥	-	-	٩٥	٩٥	محدد الأقصى غشوى الماء كسبة متربة من خلطة التحكم
لا يزيد في الخلطة الخرسانية بالإضافات أكثر من ٢% عن الخلطة الخرسانية بدون إضافات (خلطة التحكم) ولا يزيد المحتوى الكلى للهواء لأى حالة منها عن ٣%*									
-	-	-	أكثر من ساعة واحدة	أكثر من زمن خلطة التحكم كحد أدنى	ساعة أكثر من زمن خلطة التحكم كحد أدنى	-	-	-	أزمنة الصلب** عند مقاومة اختراق
-	-	ساعة أقل من زمن خلطة التحكم كحد أدنى	ساعة أقل من زمن خلطة التحكم كحد أدنى	-	-	-	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	٠,٥ نيوتن/سم ^٢	٠,٥ نيوتن/سم ^٢
من ساعة إلى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	من ساعة إلى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم على ألا تقل عن ١٥ دقيقة	من ساعة إلى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم	من ساعة إلى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم	من ساعة إلى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم على ألا تقل عن ١٥ دقيقة	من ساعة إلى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	٢,٥ نيوتن/سم ^٢	أزمنة الشك*** عند مقاومة اختراق
حتى ٣ ساعات من زمن خلطة التحكم	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	حتى ساعة أقل من زمن خلطة التحكم على ألا تقل عن ١٥ دقيقة	حتى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم	حتى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم	حتى ساعة أقل من زمن خلطة التحكم على ألا تقل عن ١٥ دقيقة	حتى ٣ ساعات أكثر من زمن خلطة التحكم	خلال ساعة من زمن خلطة التحكم	٢٧,٦ نيوتن/سم ^٢	

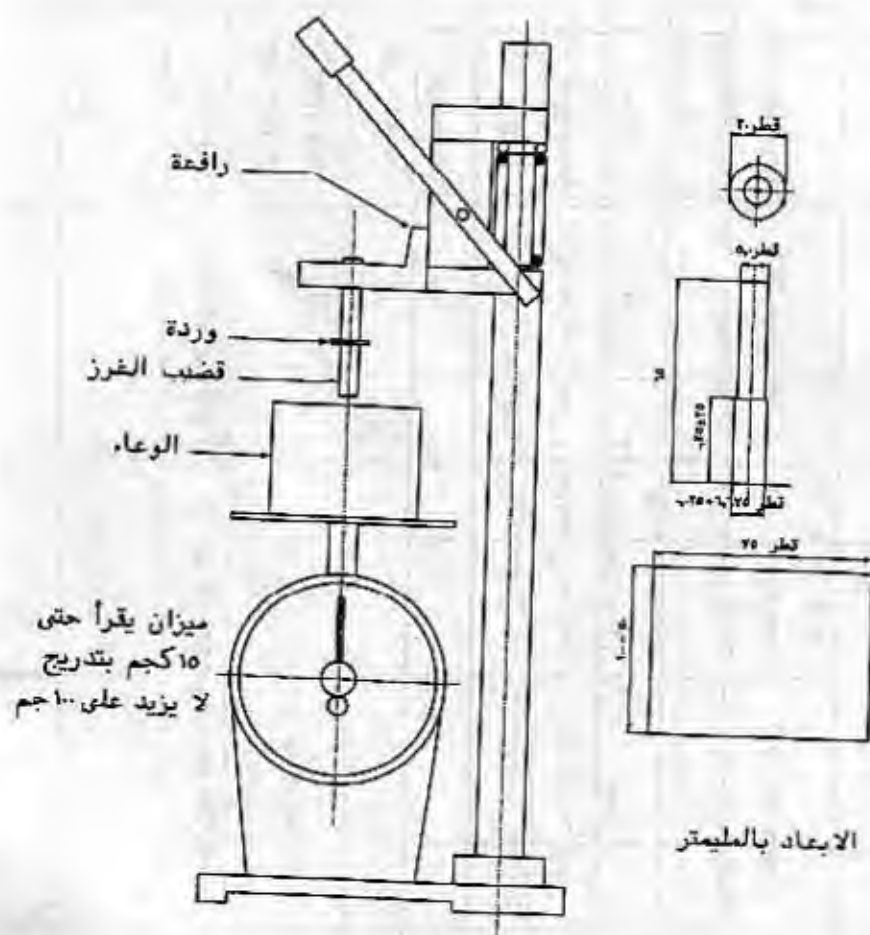
* بالنسبة لاختبار أزمنة الصلب أو الشك فيمكن باستخدام

** اختبار أزمنة الصلاد طبقاً للمواصفات المصرية م.د.م. ١٨٩٩-١٩٩٠

*** اختبار قشك طبقاً للمواصفات الأمريكية (ASTM) C - 494 لسنة ١٩٩٦ (أنظر اختبار ١-٦)

جدول رقم (١-٢-١) متطلبات الآلية لخرسانة الإضافات - الخرسانة المتصلدة

نوع الإضافة							
عالية تكليس الماء ومؤخرة الشك	عالية تكليس الماء	عالية تكليس الماء	مخفضة للماء ومعالجة للشك	مخفضة للماء ومؤخرة للشك	مخفضة للماء ومؤخرة للشك	معالجة للشك	مؤخرة للشك
مخفضة للماء	مخفضة للماء	مخفضة للماء ومعالجة للشك	مخفضة للماء ومؤخرة للشك	مخفضة للماء ومؤخرة للشك	مخفضة للماء ومؤخرة للشك	مخفضة للماء	مخفضة للماء
عالية تكليس الماء ومؤخرة الشك	عالية تكليس الماء	عالية تكليس الماء	مخفضة للماء ومعالجة للشك	مخفضة للماء ومؤخرة للشك	مخفضة للماء ومؤخرة للشك	معالجة للشك	مؤخرة للشك
١٢٥	١٤٠	١٢٥	١٢٥	-	١٢٥	-	١٢٥
١٢٥	١٢٥	١٢٥	١٢٥	١١٠	١٢٥	١١٠	١١٠
١١٥	١١٥	١١٥	١١٠	١١٠	١١٠	١٠٠	١٠٠
١١٠	١١٠	١١٠	١١٠	١١٠	١١٠	١٠٠	١٠٠
١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٠	٩٠
عصر ٦ شهور							
عصر ٧ يوم							
عصر ٣ يوم							
عصر ١ يوم							
الحد الأدنى لمقاومة الضغط كنسبة مئوية من خضلة التحكم عند :							



شكل رقم (٤-٢-١) جهاز تعيين أزمدة التصلب

الجزء الخامس

اختبارات صلب التسليح

مقدمة :

يشتمل هذا الجزء على الاختبارات التى تجرى على صلب التسليح معملياً، كذلك أسس القبول واشتراطات الرفض لتحديد مدى تحقيقها للخواص المطلوبة لأعمال الخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الإجهاد. ويشتمل هذا الجزء على الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية التى تساعد فى الحكم على جودة صلب التسليح ويتم ما سبق من خلال إجراء الاختبارات الآتية:

أولاً : الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية

١ - ٥ اختبارات المقاسات والأوزان لأسياخ صلب التسليح المدلفنة على الساخن لتسيح الخرسانة

٢-٥ اختبارات الشد

١-٢-٥ اختبار الشد لأسياخ صلب التسليح المدلفنة على الساخن لتسيح الخرسانة

٢-٢-٥ اختبار الشد للأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد

٣-٢-٥ اختبار الشد لشبك أسياخ الصلب الملحومة لتسيح الخرسانة

٣-٥ اختبارات الثنى على البارد

١-٣-٥ اختبار الثنى على البارد للمعادن (لاختبار أسياخ صلب التسليح للخرسانة)

٢-٣-٥ اختبار الثنى على البارد للأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد

٣-٣-٥ اختبار الثنى على البارد لشبك أسياخ الصلب لتسيح الخرسانة

٤-٥ اختبارات القص

١-٤-٥ اختبارات القص لشبك أسياخ الصلب الملحومة لتسيح الخرسانة

٥-٥ اختبار معدن اللحام

أولاً : الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية

١-٥ اختبار المقاسات والأوزان لأسياخ صلب التسليح المدلفنة على الساخن

DIMENSIONS AND MASSES TEST FOR HOT ROLLED STEEL FOR REINFORCEMENT OF CONCRETE

١-١-٥ عام

يختص هذا الاختبار بكيفية تحديد مقطع السيخ والنتوءات وحساب المساحة الفعالة للمقطع المستعرض سواء للأسياخ ذات السطح الأملس أو ذات النتوءات والمستخدم في تسليح الخرسانة .

٢-١-٥ الهدف

يهدف الاختبار لقياس قطر السيخ وكذلك النتوءات الطولية أو العرضية المستمرة وكذلك تحديد الوزن الطولى للسيخ .

٣-١-٥ تعريفات :

- نتوءات طولية :

هي نتوءات منتظمة مستمرة موازية لمحور السيخ .

- نتوءات عرضية :

هي نتوءات عمودية أو مائلة على محور السيخ وقد تكون مستمرة أو غير مستمرة .

- نتوءات عرضية مستمرة :

هي نتوءات منتظمة في كل مقطع عمودى على محور السيخ .

- القطر المكافئ الاسمى للسيخ ذى النتوءات :

قطر الدائرة التي تمثل مساحتها المساحة الفعالة لمقطع السيخ بحالته المنتجة شاملاً مساحة النتوءات الطولية والعرضية المستمرة .

- ارتفاع النتوء (ع) :

هو المسافة بين أعلى نقطة وسطح قلب السيخ مقاسة عمودياً على محور السيخ شكل

(١-١-٥ ، ٢-١-٥) .

- قلب السيخ ذى النتوءات :
- هو الجزء من المقطع المستعرض للسيخ الخالى من النتوءات الطولية والعرضية.
- المسافة بين نتوعين (ف) :
- هى المسافة بين مركزى نتوعين عرضيين مقاسة عمودياً على محور السيخ .
- زاوية ميل النتوء (أ) :
- هى الزاوية المحصورة بين النتوء العرضى والمحور الطولى للسيخ .
- المسافة الخالية من النتوءات العرضية :
- هى مجموعة المسافات حول سطح قلب السيخ الواقعة بين النتوءات العرضية مقاسه على مستو عمودى على محور السيخ .
- ٥-١-٤ الأجهزة :
- ميزان حساس
- قدمة ذات ورنية
- شريط قياس
- ٥-١-٥ - العينات :
- يتم سحب عينتين بنفس القطر ومن نفس الصبة لكل إرسالية وزنها ٥٠ طناً فأقل .
- يتم سحب ثلاث عينات بنفس القطر و من نفس الصبة لكل إرسالية وزنها أكثر من ٥٠ طناً .
- ٥-١-٦ خطوات الاختبار :
- ١ - قياس قطر السيخ :
- يتم قياس قطرين متعامدين عند نفس المقطع .
- ٢ - قياس النتوءات :
- يقدر ارتفاع النتوء بأخذ متوسط ثلاث قراءات لأقرب ٠,٠١ مم .
- تقاس الزاوية المحصورة بين النتوء والمحور الرأسى من الطبعة التى تنشأ عن ضغط أو دلفنة السيخ على صلصال لين أو عجينه مناسبة .
- تقدر المسافة بين الفتحات العرضية بقياس عشر مسافات متتالية ثم حساب متوسطها .
- تحسب المسافة بين نهايات النتوءات العرضية بأخذ متوسط ثلاث قراءات لأقرب ٠,٠١ مم .

٣ - وزن المتر الطولى :

يحدد وزن المتر الطولى بوزن عينة بطول لا يقل عن نصف متر من السليخ بدقة $\pm 0.5\%$

٥-١-٧ المساعدات الإيضاحية :

يوضح الشكل رقم (٥-١-١) نتوءا طوليا، ويوضح شكل رقم (٥-١-٢) نتوءا عرضيا .

٥-١-٨ أخطاء شائعة :

- عدم الالتزام الكامل بنصوص المواصفات مثل :
- عدم قياس قطر السليخ عند موضعين متعامدين .
- استخدام عينة بطول يقل عن نصف متر لتحديد وزن المتر الطولى .
- عدم اتباع الطريقة القياسية فى قياس النتوءات.

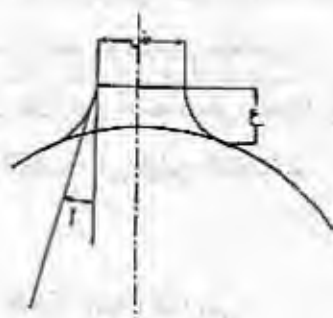
٥-١-٩ النتائج :

حساب المساحة الفعالة (A_n) كما يلي :

$$A_n = W / (L * 0.00785) \quad \text{mm}^2$$

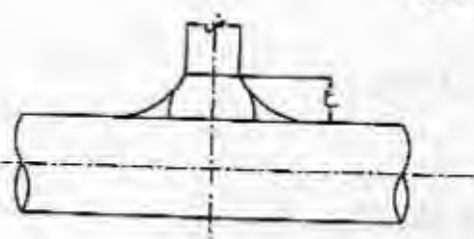
حيث :

- W : الوزن لأقرب جرام .
- L : الطول لأقرب ملليمتر .
- 0.00785 : كثافة الحديد جرام/ملليمتر^٢ .



ض : عرض التتوء
ع : ارتفاع التتوء
أ : زاوية ميل التتوء

شكل رقم (١-١-٥) نتوء طولى



ض : عرض التتوء
ع : ارتفاع التتوء

شكل رقم (٢-١-٥) نتوء عرضى

١-٥-١٠ حدود القبول أو الرفض :

١ - التجاوز فى المقاسات والأوزان :

يوضح الجدول رقم (١-٥-١) المقاسات الاسمية للأسياخ ووزن المتر الطولى والتجاوز المسموح به وذلك طبقاً للمواصفة م.ق.م. ١٩٩٩/٢٦٢ (تحت الإصدار).

٢ - التجاوز المسموح به فى الأطوال :

تُورد الأسياخ بأطوال يتم الاتفاق عليها بين المنتج والمشتري على أن الطول القياسى المفضل للأسياخ الملساء هو ١٢ متر أما الأسياخ ذات الفتوات فإن الطول القياسى المفضل هو ١٢ أو ١٨ متراً ويسمح بتجاوز فى الطول مقداره + ١٠٠ مم .

٣ - اشتراطات عامة للفتوات :

١ - من الضرورى وجود الفتوات العرضية على سطح الأسياخ ذات الفتوات أما الفتوات الطولية فهي اختيارية .

٢ - يراعى أن يضمن الشكل الهندسى للفتوات خواص تماسك مناسبة بين الأسياخ والخرسانة ويتحقق ذلك بوجود صفيين من الفتوات العرضية موزعين بالتساوى حول المحيط الخارجى للسياخ مع توزيع فتوات كل صف بانتظام على طول السياخ ماعدا وضع علامة المصنع .

٣ - يوضح الجدول رقم (٢-١-٥) متطلبات الشكل الهندسى للفتوات .

١-٥-١١ التقرير :

يجب أن يتضمن التقرير البيانات التالية :

١ - معلومات عامة :

- اسم معمل الاختبار وعنوانه .
- اسم طالب الاختبار وعنوانه .
- تاريخ ورود العينة و/أو العينات .
- تاريخ إجراء الاختبار .
- المواصفات القياسية والمعايير المختصة .
- نوع ورتبة الأسياخ .

٢ - النتائج :

- الحسابات .
- نتائج الاختبار .

- حدود القبول أو الرفض طبقاً للمواصفات المتبعة .

٣ - التوقيعات :

يجب أن يكون التقرير موقعاً من المسئولين عن إجراء الاختبارات والحسابات ومعتمداً من مدير المعمل.

١٢-١-٥ - المراجع :

- م.ق.م. ١٩٨٨/٢٦٢ : أسياخ الصلب المدلفنة على الساخن لتسليح الخرسانة .

- م.ق.م. ١٩٩٩/٢٦٢ " تحت الإصدار " : أسياخ الصلب لتسليح الخرسانة .

جدول رقم (١-١-٥) المقاسات الاسمية ووزن المتر الطولى للأسياخ ذات الفتوات والتجاوز المسموح به فى الأوزان

القطر الاسمى (مم)	المساحة الاسمية للمقطع المستعرض (مم ^٢)	الوزن والتجاوز المسموح به للمتر الطولى من السبخ الواحد	
		الوزن كجم/م	التجاوز المسموح به (%)
٦	٢٨,٣	٠,٢٢٢	٨ ±
٨	٥٠,٣	٠,٣٩٥	
١٠	٧٨,٥	٠,٦١٨	٥ ±
١٢	١١٣	٠,٨٨٨	
١٣	١٣٣	١,٠٤	
١٤	١٥٤	١,٢١	
١٦	٢٠١	١,٥٨	
١٨	٢٥٤	٢,٠٠	
١٩	٢٨٣	٢,٢٢	
٢٠	٣١٤	٢,٤٧	
٢٢	٣٨٠	٢,٩٨	٤ ±
٢٥	٤٩١	٣,٨٥	
٢٨	٦١٦	٤,٨٣	
٣٢	٨٠٤	٦,٣١	
٣٦	١٠٢٠	٧,٩٩	
٤٠	١٢٥٧	٩,٨٦	
٥٠	١٩٦٤	١٥,٤١	

جدول رقم (٥-١-٢) متطلبات الشكل الهندسي للنتوءات

أسياخ أسياخ أجرى عليها التواء	أسياخ مدلفنة على الساخن		قطر السبيخ ق (مم)	
	نتوءات هلالية الشكل	نتوءات منتظمة الارتفاع		
٠,٠٦٥ ق حد أدنى	٠,٠٥٢ ق حد أدنى	٠,٠٦٥ ق حد أدنى	٠,٠٥ ق حد أدنى	ارتفاع النتوء المستعرض (ع)
٠,٠٦٥ ق حد أدنى	٠,٠٥٢ ق حد أدنى	٠,٠٦٥ ق حد أدنى	٠,٠٥ ق حد أدنى	ارتفاع النتوء الطولى (ع)
٠,٠٧ ق حد أدنى	٠,٠٥٢ ق حد أدنى	٠,٠٦٥ ق حد أدنى	٠,٠٥ ق حد أدنى	المسافة بين النتوعين (ف)
٠,٠٧ ق حد أدنى	٠,٠٥٢ ق حد أدنى	٠,٠٦٥ ق حد أدنى	٠,٠٥ ق حد أدنى	زاوية ميل النتوء للمستعرض (ا)
٠,٠٧ ق حد أدنى	٠,٠٥٢ ق حد أدنى	٠,٠٦٥ ق حد أدنى	٠,٠٥ ق حد أدنى	المساحة الخالية من النتوءات العرضية
٠,٠٧ ق حد أدنى	٠,٠٥٢ ق حد أدنى	٠,٠٦٥ ق حد أدنى	٠,٠٥ ق حد أدنى	خطوة التواء الاسمية

٢-٥ اختبارات الشد

١-٢-٥ اختبار الشد لأسياخ الصلب المدلفنة على الساخن

TENSILE TESTING OF HOT ROLLED STEEL FOR
REINFORCEMENT OF CONCRETE

١-٢-٥-١ عام :

يتم تحديد الخواص الميكانيكية لأسياخ الصلب المدلفنة على الساخن لتسليح الخرسانة وذلك بتعرض قطعة اختبار بأبعاد قياسية لإجهاد شد حتى الكسر .

١-٢-٥-٢ الهدف :

يهدف الاختبار لتحديد مقاومة الشد لأسياخ الصلب، إجهاد الخضوع و/أو الضمان و النسبة المئوية للاستطالة .

١-٢-٥-٣ تعريفات :

- اختبار الشد :

هو تحميل قطعة الاختبار القياسية بحمل شد فى اتجاه محورى، بشرط أن يكون الحمل موزعاً بالتساوى على المقطع المستعرض لقطعة الاختبار . ويبدأ هذا الحمل من الصفر ، ويزداد تدريجياً حتى تنكسر قطعة الاختبار .

- طول القياس :

هو الطول المحدد من قطعة الاختبار غير المجهدة والذي تنسب إليه الاستطالة الناتجة من التحميل .

- إجهاد حد المرونة :

هو أكبر إجهاد تتحمله قطعة الاختبار بشرط عدم بقاء أية استطالة دائمة بعد زوال هذا الإجهاد .

- إجهاد الضمان :

هو الإجهاد الذى يحدث فى قطعة الاختبار - أثناء تحميلها - استطالة لا تناسبية مساوية ٠,٢ % من طول القياس.

- مقاومة الشد :

هى الإجهاد الأقصى لمقاومة الصلب للشد، أى هى ناتج قسمة الحمل الأقصى للشد على المساحة الأصلية للمقطع المستعرض لقطعة الاختبار .

- النسبة المئوية للاستطالة :

هى النسبة المئوية للاستطالة بعد الكسر منسوبة إلى طول القياس .

$$\text{النسبة المئوية للاستطالة} = \frac{(L_2 - L_1) * 100}{L_1}$$

حيث :

L_2 = طول القياس النهائى .

L_1 = طول القياس الأصى .

- قطع الاختبار القياسية :

يكون طول قطعة الاختبار مطابقاً لأحد المقاسات التالية :

١ - قطع الاختبار القياسية القصيرة $L_1 = 50$ ق

٢ - قطع الاختبار القياسية الطويلة $L_1 = 100$ ق

حيث :

L : طول قطعة الاختبار

ق : قطر عينة الاختبار

- قطع اختبار غير مشكلة :

تقطع من العينة المقدمة بالأطوال القياسية بدون تعريضها لأية عملية من عمليات التشكيل.

- قطع اختبار مشكلة :

هى القطع التى تشكل من العينة طبقاً للشكل رقم (٥-٢-١-١) .

٥-٢-١-٤ الأجهزة :

- ماكينة اختبار شد الحديد ذات قدرة مناسبة .

- ميزان حساس .

- قدمة ذات ورنية .

- قلم معدنى للخدش أو الترنيب .

٥-٢-١-٥ العينات :

- يتم سحب عيّنتين بنفس القطر ومن نفس الصبة لكل إرسالية وزلها ٥٠ طناً فأقل .

- يتم سحب ثلاث عينات بنفس القطر ومن نفس الصبة لكل إرسالية وزنها أكثر من ٥٠ طناً .
- يتم إعداد قطعة الاختبار من العينة بطريقة لا تعرضها لتغير شكلها أو ارتفاع درجة حرارتها بالمقاسات السابق ذكرها .
- يجوز ترك سطح قطعة الاختبار على حالته كما يجوز خرطه أو برده أو تجليخه مع تجنب الارتفاع الزائد فى درجة الحرارة وإزالة آثار عملية الخرط .
- تحدد نهايتى طول القياس إما بالتزنيب الخفيف أو الخدش أو البوية .
- ويجب ألا يزيد التجاوز فى مقاسات قطعة الاختبار وفى طول القياس على + ٠,٥ % .

٥-٢-١-٢ خطوات الاختبار

- ١ - تثبت قطع الاختبار العادية بكلايات خابورية، أما قطع الاختبار المشكلة فتثبت بواسطة كلايات خابورية أو ملولبة أو ذات أكتاف وتثبت قطع الاختبار مع ضمان محورية التحميل ومراعاة تحديد نهايتى طول القياس على العينة على ألا تقل المسافة بين الفكين عن ٦ ق للعينات القصيرة وعن ١٢ ق للعينات الطويلة .
- ٢ - يراعى أن يتم تحميل قطعة الاختبار تدريجياً مع تجنب التحميل المفاجئ وأن يكون معدل زيادة الحمل منتظماً وملاحظة التذبذب فى مؤشر الماكينة لتحديد حمل الخضوع .
- ٣ - تستمر زيادة الحمل على قطعة الاختبار مع مراعاة تعيين إجهاد الخضوع أثناء الاختبار عن طريق مشاهدة التذبذب فى حركة مؤشر ماكينة الاختبار أو عن طريق الرسم البيانى أثناء الاختبار ويكون التسجيل لإجهاد الخضوع الأدنى طبقاً للشكل رقم (٥-٢-١-٢) .
- ٤ - بعد الانتهاء من الاختبار - أى بعد كسر العينة - يتم قياس الطول من نهايتى طول القياس وكذلك تحديد مكان الكسر بالنسبة لطول القياس .

٥-٢-١-٧ المساعدات الإيضاحية

الرسم البيانى للإجهاد والانفعال للصلب الطرى والصلب الصلب عالى المقاومة شكل رقم (٥-٢-١-٧) .

٥-٢-١-٨ أخطاء شائعة

- عدم الالتزام الكامل بنصوص المواصفات مثل :
 - عدم محورية التحميل .
 - استخدام كلايات غير مناسبة لقطر و/أو نوع السيخ .
 - التحميل بصورة فجائية .
 - عدم تحديد حمل الخضوع بدقة أثناء الاختبار .
 - استخدام ماكينة ذات قدرة غير مناسبة .

- عدم التأكد من معايرة الماكينة المستخدمة .

٥-٢-١-٩ النتائج :

١- حساب إجهاد الخضوع:

إجهاد الخضوع = حمل الخضوع / مساحة المقطع الفعلية (قبل الاختبار) ويحدد حمل الخضوع إما بالملاحظة أثناء التجربة أو من الرسم البياني وفى حالة صعوبة الاستدلال على أحد المشاهدات السابقة يمكن تحديد إجهاد الضمان من منحنى الإجهاد والانفعال وذلك برسم خط موازى للجزء الخطى (المستقيم) من منحنى الإجهاد عند نسبة استطالة ٠,٢ % لينتقاطع مع المنحنى فى نقطة تحدد حمل (أو إجهاد) الضمان.

٢- حساب مقاومة الشد :

مقاومة الشد = الحمل الأقصى / مساحة المقطع الفعلية (قبل الاختبار)

٣- حساب النسبة المئوية للاستطالة

النسبة المئوية للاستطالة =

[(طول القياس بعد الكسر - طول القياس الاصلى) / طول القياس الاصلى] × ١٠٠

٥-٢-١-١٠ حدود القبول أو الرفض :

جدول رقم (٥-٢-١-١) الخواص الميكانيكية للترتب المختلفة للصلب

رتبة الصلب	الحد الأدنى لإجهاد الخضوع (نيوتن/مم ^٢)	الحد الأدنى لمقاومة الشد (نيوتن/مم ^٢)	الاستطالة %
٢٤٠	٢٤٠	٣٥٠	٢٠
٢٨٠	٢٨٠	٤٥٠	١٨
٣٦٠	٣٦٠	٥٢٠	١٢
٤٠٠	٤٠٠	٦٠٠	١٠

تنص المواصفة القياسية المصرية ١٩٩٩/٢٦٢ تحت الإصدار* على ما يلى :

- يشترط أن تحقق ٩٥ % على الأقل من الكمية المختبرة القيم المنصوص عليها بالجدول رقم (٥-٢-١-١) أو قيم أعلى منها .

- يراعى ألا تقل نتيجة أى اختبار مفرد عن ٩٥ % من القيمة الموضحة بالجدول رقم (٥-٢-١-١) .

- يمكن الاتفاق بين المنتج والمشتري على أن تكون القيم الموضحة بالجدول رقم (٥-٢-١-١) هى الحد الأدنى لقبول الأسياخ .

- يجب ألا تقل النسبة بين مقاومة الشد إلى إجهاد الخضوع لأى عينة اختبار عن ١,١ للأسياخ المسلحة، ١,٠٥ للأسياخ ذات الفتوات .
- بالنسبة للصلب الذى يصعب تحديد نقطة خضوع واضحة له ، يتم تعيين إجهاد ضمان ٠,٢ % بدلاً من إجهاد الخضوع .

٥-٢-١-١١ التقرير

يجب أن يتضمن التقرير البيانات التالية :

١ - المعلومات :

- اسم معمل الاختبار وعنوانه .
- اسم طالب الاختبار وعنوانه .
- تاريخ ورود العينة و/أو العينات .
- تاريخ إجراء الاختبار .
- المواصفات القياسية المتبعة .
- نوع الأسياخ ورتبتها .

٢ - النتائج :

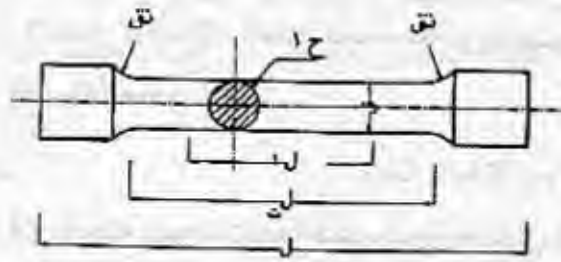
- الحسابات .
- نتائج الاختبار .
- حدود القبول أو الرفض طبقاً للمواصفات المتبعة .

٣ - التوقيعات :

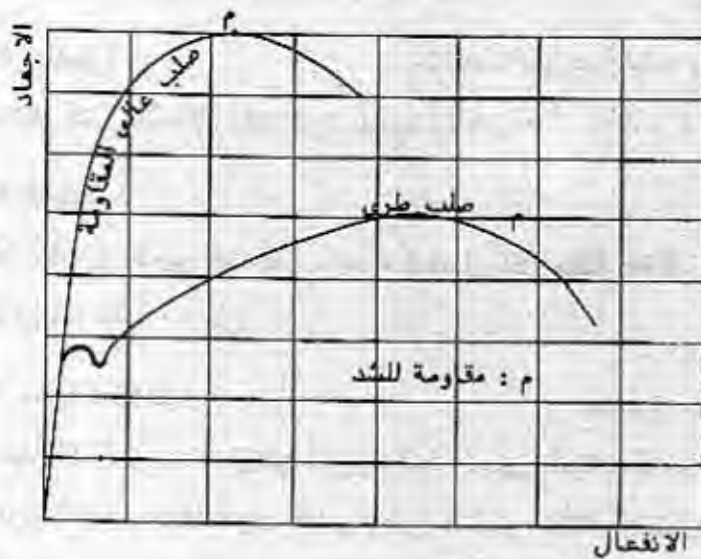
يجب أن يوقع التقرير من المسؤولين عن إجراء الاختبارات والحسابات ويعتمد من مدير المعمل .

٥-٢-١-١٣ المراجع :

- م.ق.م. ١٩٨٨/٢٦٢ : أسياخ الصلب المدلفنة على الساخن لتسليح الخرسانة .
- م.ق.م. ١٩٩٩/٢٦٢ تحت الإصدار : أسياخ الصلب لتسليح الخرسانة .
- م.ق.م. ١٩٨٩/٧٦ وتعديلاتها : اختبار الشد للمعادن .



شكل رقم (١-١-٢-٥) قطعة اختبار مستديرة المقطع



شكل رقم (٢-١-٢-٥) رسم بياني للإجهاد والانفعال لبعض أنواع الصلب

٥-٢-٢ اختبار الشد للأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى

الخرسانة سابقة الإجهاد

TENSILE TESTING OF HIGH TENSILE STEEL WIRES USED FOR PRESTRESSED CONCRETE

٥-٢-٢-١ عام

يختص هذا الاختبار بالأسلاك العادية المصنوعة من صلب عالى المقاومة لتحمل إجهاد الشد للاستخدام فى الخرسانة سابقة الإجهاد .

٥-٢-٢-٢ الهدف

بيان الخطوات العملية لإجراء اختبار الشد على عينات من الأسلاك العادية ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد .

٥-٢-٢-٣ تعريفات

- سلك ذو مقاومة عالية لإجهاد الشد : سلك من الصلب المسحوب على البارد ذو مقطع مستدير لا يزيد قطره على ٨ مم.
- لفة : طول مستمر من السلك بحالته كما سحب على البارد على هيئة لفة بدون أى وصلات أو لحامات.
- حزمة : لفتان أو أكثر ربطت ببعضها ربطاً محكماً .

٥-٢-٢-٤ الأجهزة :

- ماكينة اختبار الشد للأسلاك ذات قدرة مناسبة .

٥-٢-٢-٥ العينات :

عينة اختبار لتعيين قوة الشد وإجهاد الضمان لكل مجموعة من الأسلاك (كل قطر على حدة) لا يزيد وزنها على ١٠ طن.

٥-٢-٢-٦ خطوات الاختبار :

- ١ - تؤخذ عينة الاختبار بعد استيفائها لشروط أخذ وتجهيز العينات .
- ٢ - يحدد طول العينة بمعرفة طول القياس وطول كلايتى ماكينة الاختبار .
- ٣ - تدون القياسات المختلفة لطول القياس وقطر العينة ومساحة النتوءات إن وجدت .
- ٤ - تثبت عينة الاختبار فى كلايتى ماكينة الاختبار .

- ٥ - يراعى التأكد من محورية تحميل العينة كذلك وسطية طول القياس بين الكلايتين .
- ٦ - تحمل العينة تدريجياً على أن يكون معدل زيادة الحمل منتظماً وعلى ألا يزيد المعدل على ١٠ نيوتن/مم² فى الثانية مع تجنب التحميل المفاجئ.
- ٧ - إذا كانت للعينة نقطة خضوع تعين استناداً إلى إحدى المشاهدات التالية :
 - التذبذب فى حركة مؤثر ماكينة الاختبار .
 - وضوح نقطة الخضوع للعينة على شاشة الحاسب الآلى المتصلة بماكينة الاختبار .
- ٨ - إذا تعذر الاستدلال على نقطة الخضوع وهذا هو الشائع فى الأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد يستعاض عن إجهاد الخضوع بإجهاد الضمان للعينة والذى يعين كما يلى :
 - يوقع منحنى الإجهاد مع الانفعال للعينة .
 - يرسم خط موازى للجزء الخطى المستقيم من منحنى الإجهاد مع الانفعال للعينة عند انفعال قدرة ٠,٠١% ليتقاطع مع المنحنى فى نقطة تحدد إجهاد الضمان.
- ٩ - يزداد الحمل تدريجياً حتى كسر العينة ويدون حمل الكسر وكذلك شكل ومكان الكسر للعينة.

٥-٢-٧ أخطاء شائعة :

- سرعة التحميل للعينة وعدم انتظام المعدل .
- عدم تثبيت المحكم للعينة بما قد يؤدي إلى انزلاقها بين كلايتى ماكينة الاختبار عند بدء التحميل.

٥-٢-٨ احتياطات :

- يراعى عدم إجراء أى معاملة حرارية للعينات .
- تستعدّل العينات - إذا لزم الأمر - على البارد .

٥-٢-٩ النتائج :

تُحسب النتائج على النحو التالى :

$$f_y = P_y / A_o$$

$$f_u = P_u / A_o$$

$$\% e = (L - L_o) \times 100 / L_o$$

$$\% A = [(A_o - A) / A_o] \times 100$$

حيث :

P_y : حمل الخضوع

P_u : الحمل الأقصى

f_y : إجهاد الخضوع

f_u : الإجهاد الأقصى للشد (قوة الشد)

A_o : مساحة مقطع السلك الأصلية

A : مساحة مقطع السلك عند الكسر

L_o : طول القياس الأصلى للعينة قبل التحميل

L : طول القياس بعد الكسر

e : الامتطالة

١٠-٢-٢-٥ حدود القبول والرفض :

يجب ألا تقل مقاومة الشد للعينات وكذلك إجهاد الضمان عن الحدود الميمنة بالجدول رقم

(١-٢-٢-٥).

جدول رقم (١-٢-٢-٥) مقاومة الشد وإجهاد الضمان للأقطار المختلفة من السلك*

إجهاد الضمان ٠,٠١ % نيوتن / مم ^٢	مقاومة الشد نيوتن / مم ^٢	قطر السلك (مم)
٩٥٠	١٣٥٠	٨
١٠٠٠	١٤٠٠	٧
١٠٥٠	١٤٥٠	٦
١١٥٠	١٦٠٠	٥
١٢٥٠	١٧٥٠	٤
١٣٥٠	١٩٠٠	٣
١٤٥٠	٢٠٥٠	٢

* تبين أثناء إعداد الكود أن الحدود الواردة بالمواصفة القياسية المصرية ١٩٦٢/٣٦٣ لا تتفق

مع أسس التصميم الواردة بالكود وقد تقرر وضع الحدود الواردة بالجدول وأوصت بمخاطبة

الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى لتحديث المواصفة الحالية.

٥-٢-١١ المراجع

- م.ق.م. ١٩٦٢/٢٦٣ : الأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة في الخرسانة سابقة الإجهاد.
- م.ق.م. ١٩٩٦/١٠٤٩ : اختبارات لأسلاك الصلب.
- م.ق.م. ١٩٨٩/٧٦ : اختبار الشد للمعادن.

٥-٢-٣ اختبار الشد لشبك أسياخ صلب التسليح الملحومة

TENSILE TESTING OF STEEL WELDED WIRE FABRIC FOR CONCRETE REINFORCEMENT

٥-٢-٣-١ عام

يهدف الاختبار إلى تحديد صلاحية الشبك المصنع من لحام أسياخ الصلب (المساء أو ذات النتؤات) المدلفنة على الساخن أو المسحوبة على البارد لتحمل إجهاد الشد للاستعمال فى الخرسانة المسلحة .

٥-٢-٣-٢ الهدف

تحديد إجهاد الخضوع و الإجهاد الأقصى والاستطالة لتحديد مدى مطابقة شبك أسياخ الصلب لمتطلبات المشروع .

٥-٢-٣-٣ تعريفات

- شبكة :

تتكون من أسياخ صلب التسليح مرتبة طولياً وعرضياً (بعضها فوق البعض) بزاوية قائمة وملحومة فى مواضع نقط التقاطع بالطريقة الكهربائية بما لا يؤثر على مقاومة الشد للأسياخ .

- مقياس فتحة الشبكة :

هى المسافة بين محورى سيخين (طولين أو عرضيين) متتاليين .

٥-٢-٣-٤ الأجهزة

ماكينة اختبار شد لمنتجات الصلب من القضبان مستديرة المقطع .

٥-٢-٣-٥ العينات

- ثلاث عينات من الأسياخ الطولية و ثلاث عينات من الأسياخ العرضية لكل ٢٥ طن من المنتج على أن تحتوى العينة على لحام واحد على الأقل فى طول العينة .

٥-٢-٣-٦ خطوات الاختبار

١- تؤخذ قطعة الاختبار من الشبك بحيث يكون طول قطعة الاختبار مناسباً لماكينة الاختبار و بحيث لا تقل المسافة بين كلايتى الماكينة عن ٦ ق (فى حالة قطع الاختبار غير المشكلة القصيرة) أو ١٢ ق (فى حالة قطع الاختبار غير المشكلة الطويلة).

٢- تثبيت قطعة الاختبار فى ماكينة التحميل بالشد باستخدام طرق مناسبة مثل الكلابات الخابورية أو الكلابات الملولة أو كلابات الأكتاف بحيث تتفق مع شكل عينة الاختبار .

٣- يتم التأكد من تثبيت العينة متضمناً محورية التحميل .

٤- تحمل قطعة الاختبار تدريجياً مع انتظام معدل الزيادة فى الحمل .

٥-٢-٣-٧ أخطاء شائعة

- التحميل المفاجئ لعينة الاختبار .

- عدم التثبيت الجيد للعينة داخل فكى الماكينة.

٥-٢-٣-٨ النتائج

تُحسب النتائج على النحو التالى :

$$f_y = P_y / A$$

$$f_u = P_u / A$$

حيث :

P_u : الحمل الأقصى

P_y : حمل الخضوع

f_u : الإجهاد الأقصى

f_y : إجهاد الخضوع

A : المساحة الفعلية لمقطع السيخ .

٥-٢-٣-٩ حدود القبول أو الرفض

- يجب ألا تقل مقاومة الشد عن ٥٢٠ نيوتن / مم^٢ .

- يجب ألا يقل إجهاد الخضوع (٠,٥ % إجهاد الضمان) عن ٤٥٠ نيوتن / مم^٢ .

- يجب ألا تقل الاستطالة عن ١٠ % .

٥-٢-٣-١٠ التقرير

يجب أن يتضمن التقرير البيانات التالية :

١ - المعلومات :

- اسم معمل الاختبار وعنوانه .

- اسم طالب الاختبار وعنوانه .

- تاريخ ورود العينة .

- تاريخ إجراء الاختبار .

- المواصفات القياسية المتبعة .

- توصيف العينات .

- حدود القبول أو الرفض طبقاً للمواصفات المتبعة .

٢ - النتائج :

- الحسابات .

- نتائج الاختبار .

٣ - التوقعات :

يجب أن يوقع التقرير من المسؤولين عن إجراء الاختبارات والحسابات ومعتمداً من مدير المعمل .

٥-٢-٣-١١ دقة وحيود النتائج

فى حالة عدم مطابقة نتيجة الاختبار للحدود المنصوص عليها يعاد الاختبار على عينتين أخريين فإذا كانت نتائج هذين الاختبارين مطابقة للمواصفات يقبل الشبك أما إذا لم تطابق نتائج اختبار إحدى العينتين للمواصفات ترفض كمية الشبك التى تمثلها هذه العينات .

٥-٢-٣-١٢ المراجع

- م.ق.م. ١٦١٨/١٩٩٥ : شبك أسياخ الصلب الملحومة لتسليح الخرسانة .

- م.ق.م. ١٧٢٨/١٩٨٩ : اختبار الشد للصلب .

٥-٣ اختبارات الثنى على البارد

٥-٣-١ اختبار الثنى على البارد لأسياخ صلب التسليح

COLD BEND TESTING FOR REINFORCING STEEL

٥-٣-١-١ عام

يختص هذا الاختبار بطريقة إجراء اختبار الثنى على البارد لأسياخ الصلب فى درجة حرارة الغرفة العادية فى حالة الثنى المفرد ١٨٠° والثنى العكسى .

٥-٣-١-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار الى تحديد قابلية المعدن للتشكيل .

٥-٣-١-٣ تعريفات

١ - اختبار الثنى المفرد :

هو الاختبار الذى يجرى على عينة معدنية مستقيمة ومقطعها المستعرض عادة على شكل مستطيل أو مستدير وذلك بشيها فى اتجاه واحد بزاوية انحناء معينة دون عكس اتجاه الثنى .

٢ - اختبار الثنى العكسى "المتكرر فى اتجاهين متضادين" Reverse Bend :

هو اختبار يجرى على عينة معدنية بشيها ٩٠° فى أحد الاتجاهات ثم فى الاتجاه العكسى ١٨٠° ثم إعادتها إلى وضعها الأسمى ويكرر ذلك عدة مرات على التوالى. ويجرى على رقائق المعادن ولا يجرى عادة على أسياخ صلب التسليح.

٣ - قسوة اختبار الثنى :

- اختبار الثنى المفرد :

تحدد قسوة الاختبار - عند ذكر متطلبات الثنى المفرد - بدلالة مقدار زاوية الانحناء أو الحد الأدنى لنصف القطر الداخلى للانحناء أو كليهما، وينص فى مواصفات المعدن المختبر عما إذا كان قياس نصف قطر الانحناء الداخلى أو زاوية الانحناء عند الاختبار يتم قبل أو بعد إزالة حمل الانحناء عن العينة المختبرة .

- اختبار الثنى العكسى :

ينص فى مواصفات المعدن المختبر على مقدار نصف قطر الانحناء وزاوية الانحناء وعدد مرات الثنى، وفى حالة تعدد تخانات أو أقطار المعدن المختبر فيراعى النص على الحد الأدنى لنصف قطر الانحناء النهائي بدلالة تخانة قطعة الاختبار أو قطر مقطعها المستعرض .

٥-٣-١-٤ الأجهزة

ماكينة اختبار الثنى (شياق - منجلة)

٥-٣-١-٥ العينات

١ - شكل قطعة الاختبار :

يكون شكل مقطع قطعة الاختبار إما مستطيلاً أو مستديراً، وفى حالة المعادن المستديرة المقطع والمشغلة بأى من طرق التشغيل (الطرق - الدلفنة - السباكة ...) يمكن إجراء الاختبار عليها وهى على حالتها .

يجب أن يكون طول قطعة الاختبار مناسباً للطريقة التى ستتبع فى اختبار الثنى كما يجب أن يلاحظ - عند أخذ العينة - أن تقطع فى اتجاه دلفنة المعدن ويجب ألا يقل طول العينة للسبيخ الواحد عن متر .

٢ - إعداد قطعة الاختبار :

- فى حالة إجراء عمليات تشغيل بالماكينات على قطعة الاختبار، يتم إجراؤها فى الاتجاه الطولى لها بقدر الإمكان لتلافى تركيز الإجهادات التى تسبب فى إعطاء نتائج أقل من الواقع.

- تزال الحواف الحادة عقب تشغيل العينة بحيث تصبح حوافها مستديرة وناعمة، مع تجنب وجود خدوش أو علامات فى الاتجاه العرضى للعينة قد تؤثر على نتيجة الاختبار .

- يتم التخلص من الإجهادات الداخلية فى حالة تقطيع العينات باللهب أو بالقص وذلك بإزالة الأجزاء التى تأثرت بهذه العملية بأى وسيلة لا تؤثر على نتيجة قطعة الاختبار .

٣ - عدد العينات المطلوبة لإجراء الاختبار :

- يتم سحب عينتين بنفس القطر ومن نفس الصبة لكل إرسالية وزنها ٥٠ طناً فأقل .
- يتم سحب ثلاث عينات بنفس القطر ومن نفس الصبة لكل إرسالية وزنها أكبر من ٥٠ طناً.

٥-٣-١-٦ خطوات الاختبار :

١ - اختبار الثنى باستخدام شياق ومركزين :

- تلائم هذه الطريقة اختبار المعادن المتوسطة التخانة والمعادن السمكة وبزاوية ثنى حتى ٩٠°.

- تتبنى قطعة الاختبار وهى مستندة على مرتكزين متوازيين وذلك بالضبط عليها عند منتصف المرتكزين بواسطة شياق أو بقطعة تحميل صلبة ذات طرف كروى، ويحدد نصف قطرها فى مواصفات المعدن كما هو مبين بالأشكال رقم (١-١-٣-٥) ، رقم (٢-١-٣-٥) .

٢ - اختبار الثنى باستخدام مرتكز على شكل حرف (V) :

- تلائم هذه الطريقة اختبار المعادن ذات التآخنة المتوسطة وبزاوية ثنى حتى ٩٠° .
- يجرى هذا الاختبار بطريقة مشابهة للطريقة السابقة، إلا أنه فى هذه الطريقة تحدد زاوية الثنى بالزاوية التى على شكل حرف (V) كما هو مبين بالشكل رقم (٣-١-٣-٥) .
- ينتهى الاختبار عند تلامس السطح الخارجى لقطعة الاختبار مع الجوانب المائلة للشكل حرف (V) .

٣ - اختبار الثنى باستخدام كتلة من مادة لينة كمرتكز :

تلائم هذه الطريقة اختبار المعادن الرقيقة وبزاوية ثنى حتى ٩٠° كما أنه يمكن زيادة زاوية الثنى بالضبط بأصابع اليد أو بالطرق بمطرقة خشبية أو بأى طريقة أخرى مناسبة للوصول إلى الزاوية المطلوبة .

تضغط قطعة الاختبار وهى موضوعة على مادة لينة مثل الرصاص بواسطة شياق صلبة كما هو مبين بالشكل رقم (٤-١-٣-٥) وفى هذه الحالة تعمل المادة اللينة كمرتكز لتوزيع الأحمال بدلاً من تحديد وضع المرتكزين المبيينين فى الطريقتين السابقتين ويؤدى ذلك إلى المساعدة فى عدم تكوين الذروة .

ولا يوصى باستخدام هذه الطريقة للمعادن ذات المقاومة العالية للشد على العينات التى تزيد تخانتها على ١,٥ مم لتجنب حدوث الذروة .

٤ - اختبار الثنى حول شياق مستديرة :

- تلائم هذه الطريقة اختبار أسياخ الصلب المدلفنة على الساخن بزاوية ثنى حتى ١٨٠° .
- تثبت قطعة الاختبار ملاصقة لسطح قطعة ثنى ذات طرف مستدير (شياق) فى منجلة أو فى أى أداة تثبيت مناسبة شكل رقم (٥-١-٣-٥) .
- تتبنى قطعة الاختبار حول قطعة الثنى بالتأثير بقوة عمودية على سطح قطعة الاختبار ، ويستخدم لذلك مكنة ثنى كما هو مبين بالشكل رقم (٦-١-٣-٥) ، أو بالطرق باستخدام مطرقة خشبية، ويراعى فى حالة استخدام مكنة ثنى ألا يزيد بعد تأثير القوة على (٢ت) من آخر خط التلامس بين قطعة الاختبار والشياق : حيث (ت - سمك أو قطر قطعة الاختبار) .

٥ - اختبار الثنى الحر :

- تلائم هذه الطريقة اختبار أسياخ الصلب بزواية ثنى حتى 180° .
- تحمل قطعة الاختبار بالضغط كما هو مبين بالشكل رقم (٥-٣-١-٧) على أن يسبق ذلك ثنى قطعة الاختبار ثنىاً طفيفاً .
- يستمر التحميل حتى تصل زاوية الثنى إلى الزاوية المنصوص عليها فى مواصفات المعدن المختبر .
- يوقف التحميل ويزال الحمل ثم يتم إخراج القطعة وقياس زاوية الانحناء ونصف قطر الانحناء .

٦ - اختبار الثنى بالضغط :

- تلائم هذه الطريقة اختبار المعادن بأى تخانة ولأى زاوية ثنى تقع بين $(90^\circ, 180^\circ)$.
- يتم تحميل الاختبار بالضغط حتى تنثنى إلى الحالة المحددة فى مواصفات المعدن المختبر وذلك بجعل أطرافها فى نهاية الاختبار فى إحدى الحالات الآتية :
- ١ - الحالة الأولى : وفيها يصل طرفا قطعة الاختبار إلى زاوية محددة بينهما كما هو مبين بالشكل رقم (٥-٣-١-٨-أ) .
- ٢ - الحالة الثانية : وفيها يتوازى طرفا العينة مع وجود مسافة معينة بينهما كما هو مبين بالشكلين رقمي (٥-٣-١-٨-ب) ، (٥-٣-١-٨-ج) .
- ٣ - الحالة الثالثة : وفيها ينطبق الطرفان كما هو مبين بالشكل رقم (٥-٣-١-٨-د) .

٥-٣-١-٧ المساعدات الإيضاحية :

١ - بيان بالأشكال :

- شكل رقم (٥-٣-١-١) اختبار الثنى باستخدام شياق ومركزين .
- شكل رقم (٥-٣-١-٢) طريقة معدلة للطريقة الموضحة بشكل (٥-٣-١-١) .
- شكل رقم (٥-٣-١-٣) اختبار الثنى باستخدام مركز على شكل حرف (V) .
- شكل رقم (٥-٣-١-٤) اختبار الثنى باستخدام كتلة من مادة لينة كمركز .
- شكل رقم (٥-٣-١-٥) مكنة اختبار الثنى .
- شكل رقم (٥-٣-١-٦) اختبار الثنى حول شياق مستديرة .
- شكل رقم (٥-٣-١-٧) اختبار الثنى الحر .
- شكل رقم (٥-٣-١-٨) اختبار الثنى بالضغط .

٢ - بيان بالجداول :

يوضح الجدول رقم (٥-٣-١-١) الأقطار التى يجرى عليها اختبار التثنى على البارد وذلك للرتب المختلفة من أسياخ التسليح .

جدول رقم (٥-٣-١-١) أقطار الأسياخ التى يجرى عليها اختبار التثنى على البارد

التثنى على البارد ١٨٠°		رتبة السليخ
قطر الدوران	القطر (ق) مم	
٢ ق	≥ 25	٣٥٠/٢٤٠
٣ ق	< 25	
٤ ق	≥ 25	٤٥٠/٢٨٠
٥ ق	< 25	
٤ ق	≥ 20	٥٢٠/٣٦٠
٥ ق	$20 < \text{ق} \leq 25$	
-	< 36	
٤ ق	≥ 20	
٥ ق	$20 < \text{ق} \leq 25$	٦٠٠/٤٠٠
٦ ق	$25 < \text{ق} \leq 36$	
-	< 36	
٤ ق	≥ 20	

٥-٣-١-٨ الاحتياطات

يصعب فى طريقة إجراء اختبار التثنى الحر تثبيت قطعة الاختبار لذلك يجب اتخاذ الاحتياطات الكافية لدرء الأخطاء التى قد تنجم عن التحرر المفاجئ لقطعة الاختبار واصطدامها بالقائمين على الاختبار ولذا يمكن استخدام درع واق حول قطعة الاختبار أثناء التحميل .

٥-٣-١-٩ النتائج

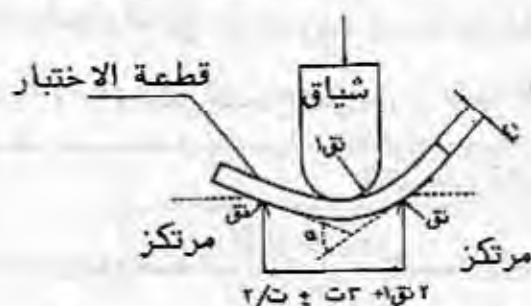
تسجل حالة منطقة التثنى بالعينة من حيث وجود شروخ أو كسر بالعينة المختبرة.

٥-٣-١-١٠ حدود القبول والرفض

ما لم ينص على غير ذلك فى مواصفات المعدن المختبر يعتبر المعدن المختبر مجتازاً لهذا الاختبار بنجاح إذا لم تتكسر قطعة الاختبار أو يظهر بسطحها الخارجى شروخ وذلك بعد ثبيتها بإحدى الطرق السابقة مع ملاحظة الشروخ الصغيرة التى تظهر على حواف قطعة الاختبار ذات المقطع المستطيل، والشروخ التى لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة لا تعتبر سبباً فى رفض المعدن المختبر .

١١-١-٣-٥ المراجع

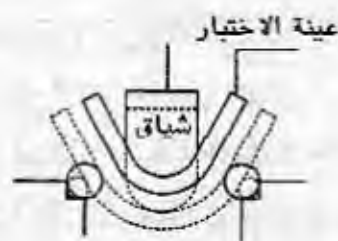
- م.ق.م. ١٩٧٤/١٢٣٤ : طرق اختبار الثنى على البارد للمعادن.



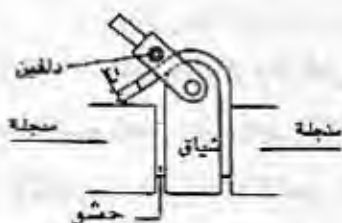
شكل رقم (١-١-٣-٥) اختبار الثنى باستخدام شياق ومرتكزين



شكل رقم (٣-١-٣-٥) اختبار الثنى باستخدام
مرتكز على شكل حرف (V)



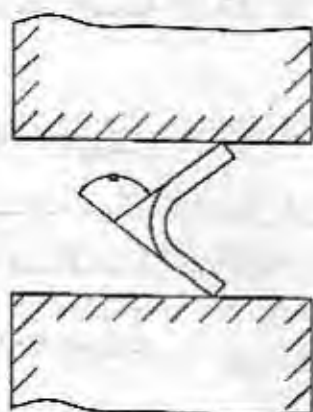
شكل رقم (٢-١-٣-٥) طريقة معدلة للطريقة
الموضحة باستخدام مرتكزين على شكل دلفين



شكل رقم (٥-١-٣-٥) ماكينة اختبار الثنى



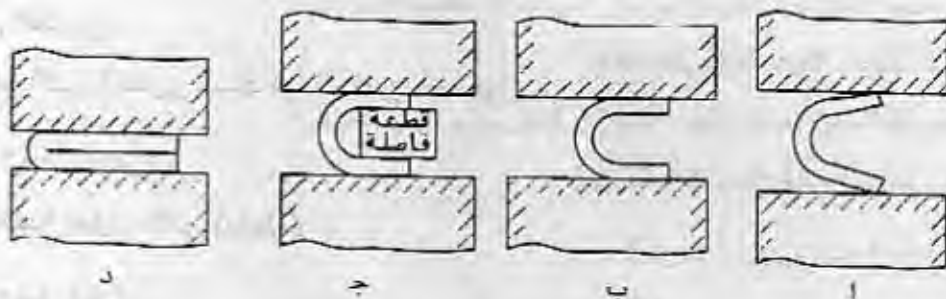
شكل رقم (٤-١-٣-٥) اختبار الثنى باستخدام
كتلة من مادة لينه كمرتكز



شكل رقم (٥-٣-١-٧)
اختبار الشنى الحر



شكل رقم (٥-٣-١-٦)
اختبار حول شياق مستديرة



شكل رقم (٥-٣-١-٨)
اختبار الشنى بالضغط

٥-٣-٢ اختبار الثنى على البارد للأسلاك ذات المقاومة العالية

المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد

COLD BEND TESTING FOR HIGH TENSILE STEEL WIRES USED FOR PRESTRESSED CONCRETE

٥-٣-٢-١ عام

تقاس قابلية الأسلاك للتشكل بعدم حدوث شروخ أو كسر عن طريق إجراء الثنى على البارد .

٥-٣-٢-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تحديد تأثير الثنى العكسى على البارد لأسلاك الصلب عالية المقاومة المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد .

٥-٣-٢-٣ تعريفات

- سلك ذو مقاومة عالية لإجهاد الشد :

سلك من الصلب المسحوب على البارد ذو مقطع مستدير لا يزيد قطره عن ٨ مم .

- لفة :

طول مستمر من السلك بحالته كما سحب على البارد على هيئة لفة بدون أى وصلات أو لحامات .

- حزمة :

لفتان أو أكثر مربوطتان ببعضهما ربطاً محكماً .

- الثنى العكسى :

هو الثنى المتكرر للسلك فى اتجاهين متضادين .

٥-٣-٢-٤ الأجهزة

ماكينة اختبار الثنى (منجلة) .

٥-٣-٢-٥ العينات

- اختيار قطع الاختبار :

تؤخذ قطع الاختبار من نهايات لفات السلك أو أى طول منه بحيث يسمح الطول بإجراء الاختبار .

- تجهيز العينات :

تؤخذ الأسلاك بحالتها دون أى معاملة حرارية عليها ويمكن استبدالها على البارد إذا لزم الأمر.

- عدد العينات :

عينة اختبار واحدة لكل مجموعة من الأسلاك لا يزيد وزنها عن ١٠ طن وذلك لكل قطر على حدة.

٥-٣-٢-٦ خطوات الاختبار

- ١ - تؤخذ عينة الاختبار بعد استيفائها لشروط أخذ وتجهيز العينات .
- ٢ - يدون قطر العينة وكذلك حالة السطح قبل الاختبار .
- ٣ - يحدد نصف قطر دوران التثبي بناء على قطر العينة كما هو مبين بالجدول رقم (٥-٣-٢-١)
- ٤ - يثبت أحد طرفي عينة الاختبار تثبيتاً محكماً فى منجلة كما هو مبين بالشكل رقم (٥-٣-٢-١)
- ٥ - ينثنى الطرف الحر للعينة بزاوية قدرها ٩٠° حول نصف القطر الدائرى .
- ٦ - تنثنى العينة فى الاتجاه العكسى بنفس نصف القطر بزاوية قدرها ١٨٠°.
- ٧ - تنثنى العينة مرة أخرى حتى تعود إلى وضعها الأصلي .
- ٨ - يتم تسجيل أى شروخ أو كسر فى العينة بمنطقة التثبي .

٥-٣-٢-٧ المساعدات الإيضاحية

- يوضح جدول رقم (٥-٣-٢-١) نصف قطر الدوران للأسلاك ذات الأقطار المختلفة.
- يوضح شكل رقم (٥-٣-٢-١) خطوات إجراء اختبار التثبي على البارد للأسلاك.

٥-٣-٢-٨ أخطاء شائعة

- عدم الالتزام الكامل بنصوص المواصفة خاصة فيما يلى:
- عدم التثبيت الجيد للعينة بالمنجلة .
- عدم التأكد من نصف قطر الدوران الذى تنثنى حوله العينة .
- عدم تسجيل حالة العينة قبل الاختبار .

٥-٣-٢-٩ احتياطات

يجب عدم تعريض العينة للحرارة عند التجهيز أو الاختبار .

٥-٣-٢-١٠ النتائج

تسجل حالة منطقة التثبي بالعينة من حيث وجود شروخ أو كسر .

١١-٢-٣-٥ حدود القبول أو الرفض

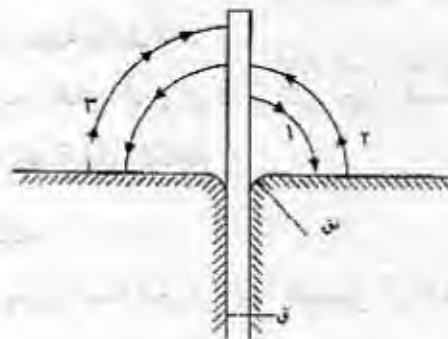
- ١ - ترفض العينة إذا حدث بها شروخ أو كسر ويعاد الاختبار على عينتين من نفس اللفة .
- ٢ - إذا وفقت كلتا العينتين بشروط هذه المواصفات تعتبر اللفة التي جهزت منها العينة مقبولة .
- ٣ - إذا لم توف إحدى العينتين بشروط هذه المواصفات تعتبر اللفة غير مقبولة .
- ٤ - يستم اختيار لفتين أخريين من نفس الرسالة التي تزن ١٠ طن أو أقل وتجهز قطعة اختبار من كل منهما لإعادة الاختبار عليهما .
- ٥ - إذا لم توف نتائج أى منهما بشروط هذه المواصفات تعتبر الرسالة كلها مرفوضة .

١٢-٢-٣-٥ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية ١٩٦٢/٢٦٣ : الأسلاك ذات المقاومة العالية المستخدمة فى الخرسانة سابقة الإجهاد .

جدول رقم (١-٢-٣-٥) نصف قطر الدوران للأسلاك ذات الأقطار المختلفة

نصف قطر الدوران (نق) مم	قطر السلك (ق) مم
٢٥	٨
٢٠	٧
١٨	٦
١٥	٥
١٢	٤
٩	٣
٥	٢



شكل رقم (١-٢-٣-٥) خطوات إجراء اختبار الشنى على البارد للأسلاك

٥-٣-٣ اختبار الثنى على البارد لشبك أسياخ صلب التسليح الملحومة

COLD BEND TESTING FOR STEEL WELDED WIRE FABRIC FOR CONCRETE REINFORCEMENT

٥-٣-٣-١ عام

يختص هذا الاختبار بطريقة إجراء اختبار الثنى على البارد لمعرفة مدى قابلية تشكيل شبك أسياخ صلب التسليح الملحومة بدون حدوث أية ثنوخ .

٥-٣-٣-٢ الهدف

تحديد صلاحية الشبك المصنوع من لحام أسياخ الصلب (الملساء أو ذات النتوءات) المختلفة على الساخن أو المسحوبة على البارد لاختبار الثنى على البارد بزاوية ١٨٠° على دليل الثنى .

٥-٣-٣-٣ تعريفات

- شبكة :

تتكون من أسياخ صلب التسليح المرتبة طولياً وعرضياً فوق بعضها البعض بزاوية قائمة (طولياً وعرضياً) وملحومة فى مواضع نقط التقاطع بالطريقة الكهربائية على ألا يؤثر ذلك على مقاومة الشد للأسياخ .

- مقاس الشبكة :

هى المسافة بين محورى سيخين (طولين وعرضيين) متتاليين .

٥-٣-٣-٤ الأجهزة

دليل الثنى على البارد .

٥-٣-٣-٥ العينات

لكل ٢٥ طن من المنتج تجهز ٣ عينات من الأسياخ خارج اللحامات .

٥-٣-٣-٦ خطوات الاختبار

- ١ - تؤخذ عينة الاختبار طبقاً لشروط أخذ وتجهيز العينات .
- ٢ - يدون قطر العينة وكذلك حالة السطح قبل الاختبار .
- ٣ - يحدد نصف قطر دوران الثنى استناداً إلى قطر العينة كما هو مبين بالجدول رقم (٥-٣-٣-١) .

٤ - يثبت أحد طرفى عينة الاختبار تثبيتاً محكماً فى منجلة .

٥ - ينثى الطرف الحر للعينة بزاوية قدرها ٩٠° درجة حول نصف القطر الدائرى .

- ٦ - تثنى العينة فى الاتجاه العكسى بنفس القطر بزاوية قدرها ١٨٠° درجة .
- ٧ - تثنى العينة مرة أخرى حتى تعود إلى وضعها الأصلي .
- ٨ - يتم تسجيل أى شروخ أو كسر فى العينة بمنطقة التثنى .

٥-٣-٣-٧ النتائج

تسجل حالة منطقة التثنى بالعينة من حيث وجود شروخ أو كسر بالعينة المختبرة .

٥-٣-٣-٨ حدود القبول أو الرفض

فى حالة عدم مطابقة نتيجة الاختبار للحدود المنصوص عليها يعاد الاختبار على عينتين أخريين فإذا كانت نتائج هذين الاختبارين مطابقة للحدود الواردة بالمواصفة يقلل الشبك أما إذا لم تطابق نتائج اختبار إحداها للحدود ترفض الكمية التى تمثلها هذه العينات على أن يعاد الاختبار على حساب المنتج .

٥-٣-٣-٩ المراجع

- م.ق.م. ١٩٩٠/١٦١٨ : شبك أسياخ الصلب الملحومة لتسليح الخرسانة .

جدول رقم (٥-٣-١) قطر دليل التثنى

زاوية التثنى	قطر دليل التثنى	قطر السبيخ (ق)
١٨٠°	ق	حتى ٧ مم
	٢ ق	أكبر من ٧ مم

٥-٤ اختبارات القص

٥-٤-١ اختبار القص لشبك أسياخ صلب التسليح الملحومة

SHEAR STRENGTH TESTING FOR STEEL WELDED WIRE FABRIC FOR CONCRETE REINFORCEMENT

٥-٤-١-١ عام

يختص هذا الاختبار بطريقة إجراء القص على شبك أسياخ الصلب الملحومة لتحديد مدى مطابقته للمتطلبات المبينة أدناه .

٥-٤-١-٢ الهدف

يجرى هذا الاختبار لمعرفة مدى قدرة الشبك الملحوم لمقاومة حمل القص عند تقاطعاته (مقاومة القص للحام الأسياخ الطولية مع الأسياخ العرضية) .

٥-٤-١-٣ تعريفات

- شبكة :

تتكون من أسياخ صلب التسليح المرتبة طوليا وعرضا فوق بعضها البعض بزاوية قائمة وملحومة فى مواضع نقط التقاطع بالطريقة الكهربائية على ألا يؤثر ذلك على مقاومة الشد للأسياخ .

- مقاس فتحات الشبكة :

هى المسافة بين محورى سيخين (عرضيين أو طوليين) متتاليين .

٥-٤-١-٤ الأجهزة

دليل اختبار القص الموضح بالشكل رقم (٥-٤-١-١) .

٥-٤-١-٥ العينات

- عدد العينات :

٣ عينات لكل إرسالية ٢٥ طن فأقل مع ضرورة احتواء كل عينة على وصلة لحام .

٥-٤-١-٦ خطوات الاختبار

- ١ - يثبت سيخ الاتجاه الطولى فى دليل الارتكاز مع مراعاة محورية السيخ والماكينة .
- ٢ - يوضع سيخ الاتجاه المستعرض مرتكزا على تجويف السندان مع مرور السيخ الطولى من الاسطوانات القابلة للدوران .

- ٣ - يمسك الجزء السفلى من سيخ الاتجاه الطولى بواسطة الفك السفلى للماكينة .
٤ - تحمل العينة المثبتة بالتجهيز على ماكينة اختبار الشد ويزاد الحمل تدريجياً حتى الكسر .

٥-٤-١-٧ حدود القبول والرفض

لا تقل مقاومة قص تقاطعات الشبك الملحوم على ما يلى :

المساحة الاسمية $24 \times$	(أسيخ ملساء)
المساحة الاسمية $15 \times$	(أسيخ ذات نتوءات)

٥-٤-١-٨ التقرير

يتضمن التقرير ما يلى :

- اسم معمل الاختبار وعنوانه .
- اسم طالب الاختبار وعنوانه .
- تاريخ ورود العينة .
- تاريخ إجراء الاختبار .
- المواصفة القياسية المتبعة .
- حدود القبول والرفض .
- النتائج .
- التوقيعات .

٥-٤-١-٩ دقة وحيود النتائج

فى حالة عدم مطابقة نتيجة الاختبار للحدود المنصوص عليها يعاد الاختبار على عينتين أخريين فإذا كانت نتائج هذين الاختبارين مطابقة للحدود الواردة بالمواصفة يقبل الشبك . أما إذا لم تطابق نتائج اختبار إحدى العينات للحدود ترفض الكمية التى تمثلها هذه العينات على أن يعاد الاختبار على حساب المنتج .

٥-٤-١-١٠ المراجع

- المواصفة القياسية المصرية : ١٦١٨/١٩٩٠ : شبك أسياخ الصلب الملحومة لتسليح الخرسانة.



شكل رقم (٥-٤-١-١) : تجهيزة اختبار القص

٥-٥ اختبار معدن اللحام

TEST METHOD FOR WELDING METAL

٥-٥-١ عام

يختص هذا الاختبار بتحديد الاختبارات الميكانيكية لمعدن اللحام .

٥-٥-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار الى تحديد جودة معدن أسياخ اللحام وذلك بتعيين كل من مقاومته للشد ومطوليته .

٥-٥-٣ تعريفات

- مقاومة الشد لمعدن اللحام :

هو تحمل قطعة الاختبار القياسية لحمل شد محورى بشرط أن يكون الحمل موزعاً توزيعاً متساوياً على المقطع المستعرض لقطعة الاختبار . ويبدأ هذا الحمل من الصفر ويزداد تدريجياً حتى تنكسر قطعة الاختبار .

- طول القياس :

هو الطول المحدد من قطعة الاختبار غير المجهدة والتي تنسب إليه الاستطالة الناتجة من التحميل .

- الممتدلية :

ويعبر عنها بالنسبة المئوية للاستطالة ، والنسبة المئوية من النقص فى مساحة المقطع المستعرض لقطعة الاختبار .

٥-٥-٤ الأجهزة :

١- ماكينة اختبار الشد للحديد .

٢- ماكينة لحام .

٣- قدمة ذات ورنية .

٤- قلم معدنى للخدش .

٥-٥-٥ العينات :

١- يجرى هذا الاختبار على معدن من وصلة ملحومة جاهزة أو من وصلة ملحومة تعد خصيصاً لهذا الغرض .

٢ - تجهز قطعة الاختبار فى الحالة الأولى بتشكيلها من الوصلة الملحومة طبقاً لمقاسات قطعة الاختبار رقم (١) بالجدول رقم (١-٥-٥) ، فإذا لم تسمح مقاسات قطعة الاختبار الملحومة بتجهيز قطعة الاختبار طبقاً لمقاسات القطعة رقم (١) سالفة الذكر فتجهز طبقاً لمقاسات أكبر قطعة اختبار ممكنة من القطع أرقام (٢) ، (٣) ، (٤) ، (٥) المبينة بالجدول رقم (٥-١-٥).

٣ - فى حالة تحضير وصلة ملحومة خصيصاً لهذا الغرض، تجهز بلحام لوحين من الصلب فوق لوح ثالث ويكون طرفاهما المتقابلان معلوبين ويكون بينهما زاوية مقدارها ٦٠° ، ويكون عرض كل لوح فى الوصلة ٥٠ مم وبحيث يكون البعد بين الطرفين المسلوبين ٢٠ مم حسب الأبعاد المبينة بالشكل رقم (١-٥-٥) .

٤ - يرسب معدن اللحام بين الطرفين المسلوبين ثم تؤخذ قطعة الشد من معدن اللحام المرسب كما هو مبين بالشكل رقم (١-٥-٥) .

٥ - ويراعى فى إعداد هذه الوصلة استخدام ألواح صلب مماثلة للصلب المستعمل فى المنشآت وعلى أن تكون مكنة اللحام وأسياخ اللحام وطريقة ومعدل تراكم اللحام مماثلة لما هو مستعمل فى المنشأ .

٦-٥-٥ خطوات الاختبار

- ١ - ثبت قطعة الاختبار فى ماكينة الاختبار .
- ٢ - يراعى أن تحمل قطعة الاختبار تدريجياً مع مراعاة أن يكون معدل زيادة الحمل منتظماً مع تجنب التحميل المفاجئ .
- ٣ - يحدد أقصى حمل بالنيوتن .
- ٤ - بعد الانتهاء من الاختبار وكسر العينة يقاس الطول .

٧-٥-٥ المساعدات الإيضاحية

يوضح الجدول رقم (١-٥-٥) أبعاد قطع اختبار الشد لمعدن اللحام المعدة من وصلة ملحومة جاهزة، كما يوضح قطعة اختبار الشد لمعدن اللحام المجهزة من وصلة ملحومة .

ويوضح الشكل رقم (٢-٥-٥) العينة المجهزة لاختبار معدن اللحام مبيناً بها موضع قطعة اختبار الشد .

٨-٥-٥ أخطاء شائعة

عدم الالتزام الكامل بنصوص المواصفة خاصة فيما يلى:

- ١ - عدم محورية التحميل .
- ٢ - استخدام كلابات غير مناسبة لقطر و/أو نوع السيخ .

٣ - التحميل بصورة فجائية .

١-٥-٥ النتائج

$$- \text{مقاومة الشد} = \frac{P}{A} \text{ نيوتن / م}^2$$

حيث :

$$P = \text{أقصى حمل بالنيوتن .}$$

$$A = \text{المساحة الأصلية للمقطع المستعرض لقطعة الاختبار بالمليمتر مربع .}$$

- الممتدوية :

وتقاس بالنسبة المئوية للاستطالة ، وبالنسبة المئوية للنقص في مساحة المقطع المستعرض

لقطعة الاختبار بالطريقة الآتية :

$$\text{النسبة المئوية للاستطالة} = \frac{(L_1 - L)}{L} * 100$$

حيث :

$$L = \text{طول القياس الأصلي .}$$

$$L_1 = \text{طول القياس بعد كسر العينة}$$

$$\text{النسبة المئوية للنقص في مساحة المقطع المستعرض} = \frac{(A - A_1)}{A} * 100$$

حيث :

$$A = \text{المساحة الأصلية للمقطع المستعرض لقطعة الاختبار .}$$

$$A_1 = \text{مساحة أصغر مقطع في قطعة الاختبار بعد الكسر .}$$

١٠-٥-٥ التقرير :

يجب أن يتضمن التقرير البيانات التالية :

١ - المعلومات :

- اسم معمل الاختبار وعنوانه .

- تاريخ ورود العينة و/أو العينات .

- تاريخ إجراء الاختبار .

- المواصفة القياسية المتبعة .

- نوع الأسياخ ورتبتها .

٢ - النتائج :

- الحسابات .

- نتائج الاختبار .

- حدود القبول أو الرفض طبقاً للمواصفة المتبعة .

٣ - التوقيعات

١١-٥-٥ المراجع

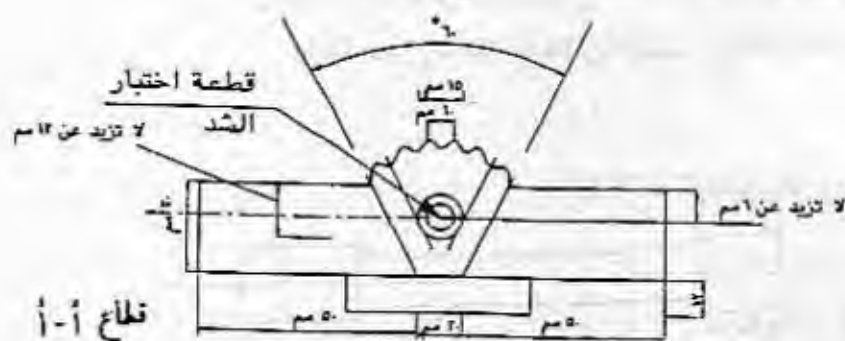
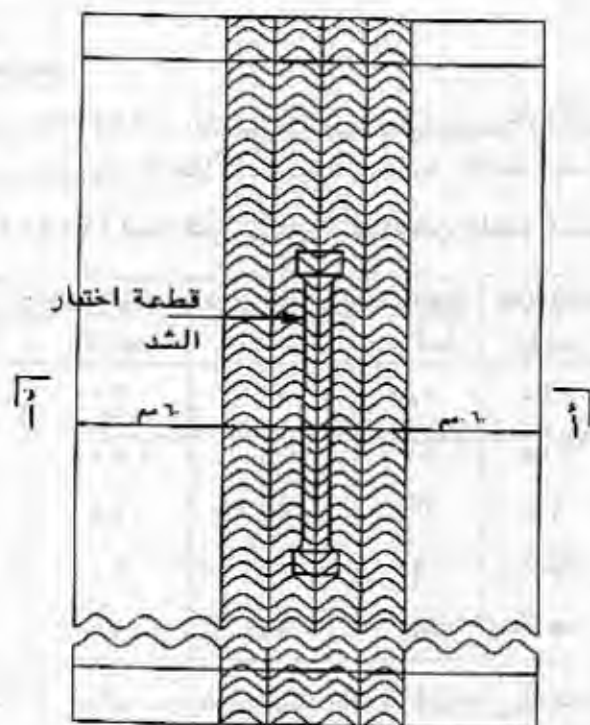
- م.ق.م. رقم ١٩٦٢/٢٤٣ : الاختبارات الميكانيكية للوصلات الملحومة .

جدول رقم (١-٥-٥) أبعاد قطع اختبار الشد لمعدن اللحام المعدة من وصلة ملحومة جاهزة

قطعة الاختبار	القطر (مم) D	طول القياس (مم) L	الطول المتوازي (مم) L ₁	قطر النهاية (مم) D ₁	الطول الكلى (مم) L ₂	طول النهاية (مم) D	نصف قطر الدوران (مم) r
١	١٢	٦٠	٧٢	١٨	١١٥	١٨	١٠
٢	١٠	٥٠	٦٠	١٥	١٠٥	١٦	١٠
٣	٩	٤٥	٥٤	١٣	٩٠	١٥	٦
٤	٦	٣٠	٣٦	٩	٧٥	١٢	٦
٥	٣	١٥	١٨	٥	٥٠	١٠	٣



شكل (١-٥-٥) قطعة اختبار الشد



شكل رقم (٥-٥-٢) العينة المجهزة لاختبار معدن اللحام مبيّناً بها موضع قطعة اختبار الشّد

ثانياً : الاختبارات الكيميائية

٦-٥ تقدير الكربون بالطريقة الوزنية

Determination of Carbon by gravimetric method

١-٦-٥ عام

تتضمن الطريقة حرق عينة الصلب فى جو من الأكسجين لتحويل الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون ، ثم امتصاصه وتقديره وزنياً .

٢-٦-٥ الهدف

تعيين نسبة الكربون فى صلب التسليح للتعرف على درجة صلب التسليح .

٣-٦-٥ الأجهزة

يتكون الجهاز من الأجزاء المبينة فى الشكل رقم (١-٦-٥) .

٤-٦-٥ العينات

تجهز خراطة من صلب التسليح على أن تكون ممثلة له قدر الإمكان .

٥-٦-٥ خطوات الاختبار

١ - يمرر تيار من غاز الأكسجين خلال الجهاز ، وترفع درجة حرارة الفرن رقم (٧) إلى ١١٠٠ °م ، ويوزن بدقة من ١ - ٣ جرام من خراطة العينة (حسب نسبة الكربون المتوقعة) ، وتوضع فى قارب الاحتراق رقم (٩) فوق طبقة من أكسيد الألومنيوم الخالى من الكربون.

٢ - يفصل وعاء الامتصاص رقم (١٥) ، ويوزن ، ثم يعاد توصيله مع استمرار الأكسجين لمدة ١٠ دقائق ، ثم يعاد وزنه وتكرر هذه العملية حتى يثبت الوزن .

٣ - يدخل القارب رقم (٩) إلى منتصف أنبوبة الاحتراق رقم (٨) ، وتسخن العينة لمدة دقيقة تقريباً .

٤ - يسمح بمرور غاز الأكسجين بمعدل من ٣٠٠ - ٤٠٠ ملليلتر الدقيقة (وذلك باستخدام مقياس معدل انسياب الغاز) أثناء احتراق العينة .

٥ - يخفض هذا المعدل إلى حوالى ٢٠٠ ملليلتر الدقيقة بعد حوالى ٣ دقائق .

٦- يستمر إمرار غاز الأكسجين لمدة ١٠ دقائق أخرى .

٧- يوقف مرور الغاز ويغلق وعاء الامتصاص رقم (١٥) ، ويترك ليبرد لمدة ٥ دقائق ، ثم يوزن .

٥-٦-٦: الشكل

شكل (٥-٦-١) جهاز تقدير نسبة الكربون في الصلب .

٥-٦-٧ النتائج :

$$C\% = \frac{(w_1 - w_2)}{w} \times 0.3729 \times 100$$

حیث :

C% - النسبة المئوية للكربون

W_1 = وزن الوعاء (رقم ١٥) بعد الامتصاص

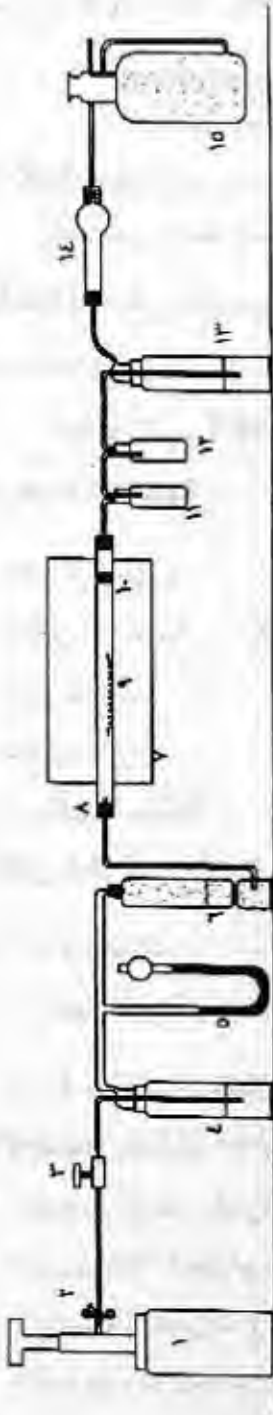
W_2 = وزن الوعاء (رقم ١٥) قبل الامتصاص

W = وزن العينة المختبرة.

٠,٣٧٢٩ : نسبة الكربون في ثاني أكسيد الكربون

٥-٦-٨ مراجع

المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٦١/٩٩: الطرق القياسية للاختبارات الكيميائية للملح الكربوني .



أجزاء الجهاز

- | | | |
|--|---|--|
| ١ - أسطوانة الأكسجين | ٧ - فرن احتراق | ١٣ - وعاء يحتوى على حمض الكبريتيك المركز |
| ٢ - منظم الضغط | ٨ - أنبوبة احتراق | ١٤ - أنبوبة تحقن على العيدرون أو كلوريد الكالسيوم اللامامى |
| ٣ - صمام التحكم فى معدل خروج الأكسجين | ٩ - قارب احتراق | ١٥ - وعاء الامتصاص ويحتوى نصفه العلوى على صودا الاسيستوس ونصفه السفلى على العيدرون |
| ٤ - وعاء به حمض الكبريتيك المركز | ١٠ - حاجز من الاسيستوس | |
| ٥ - مانومتر | ١١ - وعاء امن فارغ | |
| ٦ - برج لتنقية الأكسجين يحتوى نصفه العلوى على صودا اسيستوس ونصفه السفلى على العيدرون | ١٢ - وعاء يحتوى على مزيج من حمض الكبريتيك والكروميك | |

شكل رقم (٥-٦-١) جهاز تقدير نسبة الكربون فى الصلب

٧-٥ تقدير الكبريت بالطريقة الوزنية

Determination of sulfur by gravimetric method

٧-٥-١ عام

تتضمن هذه الطريقة أكسدة الكبريت فى صلب التسليح ، وترسيبه على هيئة كبريتات الباريوم .

٧-٥-٢ الهدف

تعيين نسبة الكبريت فى صلب التسليح للتعرف على مطابقته للحدود المسموح بها فى المواصفات القياسية .

٧-٥-٣ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ مجم .

- فرن تجفيف

- حمام مائى

- زجاجيات معملية

- فرن احتراق ١٢٠٠ °م

٧-٥-٤ العينات

تجهز خرطه من صلب التسليح .

٧-٥-٥ خطوات الاختبار

١ - يحضر محلول ١٠ % من كلوريد الباريوم .

٢ - يحضر حمض هيدروكلوريك مخفف ١ % .

٣ - يوزن بدقة ٥ جرام من خرطة العينة ، وتوضع فى كأس طولية مغطاة سعة ٦٠٠ مليلتر .

٤ - يضاف للوراء (٠,١ جرام تقريباً) من نترات البوتاسيوم ، ثم يضاف ٣٥ مل من حمض النيتريك ، ثم يضاف ٢٥ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز .

٥ - يبخر المحلول حتى الجفاف ثم توضع الكأس فى فرن تجفيف عند درجة حرارة ١١٠ °م لمدة ٣٠ دقيقة .

٦ - تسرد الكأس ويضاف إليها ٣٠ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز ، ثم يبخر المحلول حتى يصبح شرابى القوام .

- ٧ - يضاف ١٠ مل من حمض الهيدروكلوريك المركز ، ثم ٢٠ مل من الماء ، ثم ٥ جرام من الخارصين الحبيبي .
- ٨ - يسخن المحلول على حمام مائى حتى يتم اختزال الصلب ، ثم يرشح المحلول .
- ٩ - يغسل المتبقى بـ حمض الهيدروكلوريك المخفف ، ويغلى الرشيق ، ويضاف إليه تدريجياً مع التقليب ٢٠ مل من محلول كلوريد الباريوم ويترك لليوم التالى .
- ١٠ - يرشح خلال ورقة ترشيح عديمة الرماد ، ويغسل بـ حمض الهيدروكلوريك المخفف ، ثم بالماء الساخن حتى يصبح خالياً من الكلوريدات .
- ١١ - تنقل ورقة الترشيح فى بوتقة معلومة الوزن ، تجفف ، ثم تحرق عند ٩٠٠ ° م .
- ١٢ - يجرى اختبار ضابط بنفس الطريقة بدون استخدام العينة .

٦-٧-٥ النتائج

$$S\% = \frac{(w1 - w2)}{w} \times 0.1374 \times 160$$

حيث :

S% = النسبة المئوية للكبريت

W1 = وزن الراسب فى العينة

W2 = وزن الراسب فى الإختبار الضابط

w = وزن العينة المأخوذة

٠,١٣٧٤ = نسبة الكبريت فى كبريتات الباريوم

٧-٧-٥ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٦١/٩٩ : الطرق القياسية للاختبارات الكيميائية للصلب الكربونى .

٨-٥ تقدير الفوسفور

Determination of phosphorus

٨-٥-١ عام

تتضمن الطريقة ترسيب الفوسفور فى صلب التسليح على هيئة فوسفور موليبدات الأمونيوم ، ومعايرتها بمحلول عيارى من هيدروكسيد الصوديوم .

٨-٥-٢ الهدف

تعيين نسبة الفوسفور فى صلب التسليح للتعرف على مطابقته للحدود المسموح بها فى المواصفات القياسية.

٨-٥-٣ تعريفات

تقدير نسبة الفوسفور فى صلب التسليح .

٨-٥-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ مجم .
- سخان كهربائى مسطح .

٨-٥-٥ العينات

تجهز خرطة من صلب التسليح .

٨-٥-٦ خطوات الاختبار

١ - التجهيزات

- حمض نيتريك وزنه النوعى ١,١٣٥
- حمض نيتريك وزنه النوعى ١,٢
- حمض نيتريك مخفف ١ %
- حمض نيتريك ٠,١ عيارى
- هيدروكسيد الصوديوم ٠,١ عيارى
- نترات بوتاسيوم ١ %
- برمنجنات البوتاسيوم ١ %
- محلول مشبع من ثانى أكسيد الكبريت
- محلول موليبدات أمونيوم يحضر بإحدى الطريقتين الآتيتين :

أ - يوزن حوالى ٤٥,٣ جم من موليبدات أمونيوم ، ويضاف إليها ٥٦ مل من محلول هيدروكسيد أمونيوم (٠,٨٨) ، ثم ٨٠ مل من الماء المقطر ، ويقلب حتى يتم الذوبان ، ثم يضاف المحلول إلى ٤١٦,٦ مل من حمض نيتريك (وزنه النوعى ١,٢) .

ب - يذاب ١٠٠ جم من أكسيد موليبدينم أو ١٢٠ جم من حمض موليبديك فى ١٤٠ مل من محلول هيدروكسيد أمونيوم (٧٠ مل من محلول هيدروكسيد أمونيوم (٠,٨٨) ، ثم ٢٤٠٠ مل من الماء) ، ثم يضاف المحلول تدريجياً إلى ١٢٥٠ مل من حمض نيتريك (وزنه النوعى ١,٢) مع التقليب المستمر . يضاف ٠,٠٥ جم من محلول فوسفات الصوديوم الأمونيومية الحمضية إلى أى من المحلولين ، ويراعى تقليب المحلول لمدة ساعة ، ثم يترك إلى اليوم التالى وترشح الكمية اللازمة عند الاستعمال .

- يحضر محلول فينولفتالين بإذابة ٠,٢ جم فى ١٠٠ مل من الكحول (٧٠ %) .

- يحضر هيدروكسيد الأمونيوم (وزنه النوعى ٠,٩٦) .

٢ - الاختبار

- يوزن بدقة حوالى ٢,٧ جم من خراطة العينة ، وتذاب فى ١٠٠ مل من حمض النيتريك (وزنه النوعى ١,١٣٥) فى كأس مخروطى ، ثم ترفع درجة الحرارة قليلاً حتى يتم التفاعل . يضاف حوالى ١٠ مل من محلول برمنجنات البوتاسيوم ، ثم يغلى المحلول لبضع دقائق ، ويترك الكأس ليبرد قليلاً .

- يضاف تدريجياً قليل من محلول ثانى أكسيد الكبريت حتى ينوب ما يكون قد ترسب من ثانى أكسيد المنجنيز ، ويغلى المحلول لمدة ٣ دقائق .

- يبرد الكأس ويضاف ٣٠ مل من محلول هيدروكسيد الأمونيوم ، ويقلب المحلول جيداً حتى ينوب ما قد يترسب من أملاح الصلب .

- تضبط درجة الحرارة إلى حوالى ٤٥ °م ثم يضاف ٤٠ مل من محلول موليبدات الأمونيوم مع استمرار التقليب لمدة ٥ دقائق ، ويترك لمدة نصف ساعة .

- يرشح خلال ورقة ترشيح عذيمة الرماد واتمان رقم ٤٢ أو ما يعادلها .

- يغسل الكأس والراسب ثلاث مرات بـ حمض النيتريك المخفف ، ثم محلول نترات البوتاسيوم حتى يصبح ماء الغسيل خالياً من آثار الحمض .

- تنقل ورقة الترشيح فى كأس ، ثم يضاف مزيد من محلول هيدروكسيد الصوديوم أكثر مما يلزم للمعايرة (أ) - مع التقليب المستمر حتى ينوب الراسب .

- يخفف المحلول بحوالى ١٠٠ مل من الماء المقطر الخالى من ثانى أكسيد الكربون ، ثم يضاف خمس قطرات من محلول فينولفثالين ، ثم يعادل هيدروكسيد الصوديوم الزائد بمحلول ٠.١ عيارى من حمض النيتريك (ب) حتى يزول اللون الوردى تماماً .
- يجرى اختبار ضابط باستخدام عينة قياسية من الصلب لتقدير معامل محلول هيدروكسيد الصوديوم (m) .
- (١مل من محلول ٠.١ عيارى من هيدروكسيد الصوديوم يكافئ ٠.٠٠٠١٣٦ جرام فوسفور)

٥-٨-٧ النتائج

$$P\% = \frac{(v_2 - v_1)}{w} \times m \times 100$$

حيث :

P% = النسبة المئوية للفوسفور

V₂ = حجم محلول ٠.١ عيارى من هيدروكسيد الصوديوم المستخدمV₁ = حجم محلول ٠.١ عيارى من حمض النيتريك المستخدم للتعادل

w = وزن العينة المأخوذة

m = ٠.٠٠٠١٣٦

٥-٨-٨ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ١٩٦١/٩٩: الطرق القياسية للاختبارات الكيميائية للصلب الكربونى.

الجزء السادس

اختبارات الخرسانة الطازجة

مقدمة :

يشتمل هذا الجزء على الاختبارات التى تجرى على الخرسانة الطازجة لتحديد مدى تحسّنها للخواص المطلوبة لأعمال الخرسانة المسلحة أو الخرسانة سابقة الإجهاد وهذه الاختبارات تشتمل على الآتى :

- طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع
- طريقة تعيين الهبوط للخرسانة الطازجة
- اختبار الانسياب للخرسانة الطازجة
- اختبار تعيين زمن فى بى للخرسانة الطازجة
- اختبار تعيين عامل الدمك للخرسانة الطازجة
- اختبار تحديد محتوى الهواء للخرسانة الطازجة بالطريقة الحجمية
- اختبار تحديد محتوى الهواء للخرسانة الطازجة بطريقة الضغط
- اختبار تحديد كمية ماء النضج بالخرسانة الطازجة
- اختبار تعيين كثافة الخرسانة الطازجة المدموكة
- اختبار مقاومة الاختراق لتعيين زمن شك الخرسانة
- طريقة تحضير مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة
- طريقة تحضير أسطوانات الاختبار من الخرسانة الطازجة
- طريقة تجهيز كمزات الاختبار من الخرسانة الطازجة
- طريقة المعالجة لعينات الخرسانة فى المعمل

٦-١ طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع

Method of Sampling of Fresh Concrete on Site

٦-١-١ عام

تختص هذه الطريقة بتحديد الخطوات الصحيحة لأخذ عينة من الخرسانة الطازجة بحيث تكون ممثله للرسالة الموردة إلى الموقع سواء كانت هذه الخرسانة منتجة بواسطة خلاطه بالموقع أو عن طريق رسالة من الخرسانة الجاهزة المنقولة للموقع أو مأخوذة من مصدر مستمر للخرسانة .

٦-١-٢ الهدف

يتم أخذ العينة المذكورة بهدف إجراء أحد الاختبارات القياسية عليها، وبناء على ذلك يمكن تحديد حجم العينة المناسب كما يتم الإشارة إلى الأخطاء الشائعة التي يمكن أن تحدث أثناء تحضير العينات بالموقع وطرق تلافيها.

تطبق هذه الطرق على الخرسانات المصنعة من ركام بمقاس اعتباري أكبر لا يزيد عن ٤٠ مم وتناسب الخرسانات ذات قابلية التشغيل المنخفضة والمتوسطة والعالية حتى درجة تشغيل مقابلة لهبوط قدره ١٥٠ مم .

٦-١-٣ التعاريف

- الخرسانة الطازجة

الخرسانة أثناء المرحلة الأولى بعد تمام خلط المواد وقبل شكها.

- الرسالة

كمية الخرسانة المخلوطة في دورة تشغيل واحدة للخلاطة أو كمية الخرسانة الجاهزة المنقولة بالعربة أو كمية الخرسانة المأخوذة من المصدر المستمر للخرسانة في دقيقة واحدة .

- الغرفة القياسية للجاروف

كمية الخرسانة المأخوذة بعملية واحدة من الجاروف وتكون حوالي ٥ كجم من الخرسانة ذات الوزن العادي.

- العينة

كمية الخرسانة المكونة من عدد من الغرفات القياسية والمأخوذة من رسالة الخرسانة المطلوب تعيين خواصها .

- الخطأ المسموح به في تحضير العينة

الخطأ العشوائي الناتج من العيوب التي لا يمكن تجنبها أثناء تحضير العينة.

١-٦-٤ الأجهزة

١ - الجاروف : يصنع من معدن غير قابل للصدأ بتخانة ٠,٨ مم ومناسب لأخذ الغرفات القياسية للخرسانة وأبعاده كما في الشكل (١-١-٦)

٢ - وعاء لاستقبال الخرسانة من الجاروف يصنع من معدن غير قابل للصدأ أو من البلاستيك ولا تقل سعته عن ٩ لتر .

٣ - الحوض المسطح لتجهيز العينات : يصنع من معدن غير قابل للصدأ بتخانة لا تقل عن ١,٦ مم بطول ١,٢ م وعرض ١,٢ م وبعمق ٥٠ مم

١-٦-٥ كميات الخرسانة الطازجة المطلوبة للاختبار

يوضح جدول (١-١-٦) عدد الغرفات القياسية اللازمة لكل اختبار أو عينة .

جدول (٦-١-١) كميات الخرسانة الطازجة اللازمة للاختبارات المختلفة

الاختبار (أو العينة)	عدد الغرفات القياسية
الهبوط	٤
عامل الدمك	٦
زمن في بي	٤
دليل الانسياب	٤
محتوي الهواء	٤
الكثافة	٦
عدد ٢ مكعب مقاس ١٠٠ مم	٤
عدد ٢ مكعب مقاس ١٥٠ مم	٤
عدد ٢ كمر ١٠٠ × ١٠٠ × ٥٠٠ مم	٦
عدد ٢ كمر ١٥٠ × ١٥٠ × ٧٥٠ مم	١٨
عدد ٢ أسطوانة ١٥٠ × ٣٠٠ مم	٦
عدد ٢ أسطوانة ١٠٠ × ٢٠٠ مم	٤
عدد ٢ منشور ٧٥ × ٧٥ × ٣٠٠ مم	٤

ملحوظة :

يرجع إلى بند (٦-١-٦-٢-٤) في حالة إجراء الاختبارات على الخرسانة ذات قابلية التشغيل العالية مثل الخرسانة المحتوية على الإضافات فائقة اللدونة.

٦-١-٦ خطوات تحضير العينات

٦-١-٦-١ طريقة أخذ العينات

- ١ - تتكون العينة المطلوبة من عدد من الغرفات القياسية يتم تحديدها بناء على نوع الاختبار وعدد العينات المطلوب عملها كما هو موضح في الجدول رقم (٦-١-٦) .
- ٢ - يراعى عند أخذ العينة من خلاط بالموقع أو من عربة خلط الخرسانة الجاهزة استبعاد الجزء الأول والأخير من الشحنة.
- ٣ - في حالة وضع رسالة الخرسانة على سطح مستو بالموقع قبل توصيلها إلى مكان الصب يجب أخذ العينة من أماكن موزعة خلال أسطح وعمق الخرسانة بقدر الإمكان.

٤ - في حالة الصب باستخدام الأوناش أو طلمبات الخرسانة يجب أخذ العينة من مخرج الخلاطة أو عربة خلط الخرسانة في حالة تعذر أخذها كما في بند (٦-١-٦-٣) مع ضرورة توضيح مكان أخذ العينة في التقرير الخاص لهذه الحالة. ويستخدم في ذلك وعاء الاستقبال المذكور في بند (٦-١-٤-ب) مع مراعاة ما ذكر في بند (٦-١-٦-٢).

٦-١-٦-٢ الحصول على العينات

- ١ - يراعى التأكد من نظافة الأدوات المستخدمة .
- ٢ - تستخدم المغرفة للحصول على الغرفات القياسية للخرسانة من قلب الشدة وتوضع في الوعاء أو الأوعية الخاصة بذلك.
- ٣ - عند أخذ العينات من مجرى الخرسانة المتدفق (مجرى ساقط - سير ناقل - قناة التفريغ) يمر الجاروف خلال العرض والتخانة في عملية واحد كما هو موضح بالشكل (٦-١-٢) .
- ٤ - قد يكون من الضروري إجراء تعديل في طريقة أخذ العينات للخرسانة ذات قابلية التشغيل العالية جدا (مثل الخرسانة المحتوية على إصابات فائقة اللدونة) حيث يمكن استخدام جاروف اكبر من الجاروف القياسي لإمكان تجميع ٥ كجم من الخرسانة بدون أن يفيض الجاروف أو قد يؤخذ عدد اكبر من الغرفات القياسية للحصول على الخرسانة المطلوبة.

٦-١-٦-٣ وقاية العينات

يجب وقاية عينات الخرسانة الطازجة من اكتساب أو فقد الماء أو التعرض لحرارة زائدة أو التعرض المباشر لأشعة الشمس والرياح وذلك في جميع مراحل التحضير والنقل والمناولة للعينات على ألا تتعدى الفترة حتى بدء تجهيز الخرسانة الطازجة للاختبارات ١٥ دقيقة من بدء أخذ العينات.

٦-١-٦-٧ شهادة تحضير العينات

يجب أن ترفق شهادة لكل عينة من القائم بأخذ العينات تنص على أن تحضير العينة أجرى طبقا للاشتراطات المنصوص عليها في هذا الدليل ويجب أن تتضمن الشهادة ما يلي :

- تاريخ ووقت تحضير العينة.
- اسم المشروع.
- موقع الأعمال الخرسانية التي تمثلها العينة.

- موقع أخذ العينات (مثال أثناء تفريغ الشحنة أو من كومة الخرسانة).

- رقم توريد أو أي بيان لتمييز الرسالة .

- رقم تمييز العينة .

- درجة الحرارة المحيطة والظروف الجوية مثل الرطوبة النسبية وشدة الرياح

- اسم وتوقيع القائم بأخذ العينة.

- نوع الأسمنت المستخدم في الخرسانة المأخوذ منها العينات.

٨-١-٦ تعيين الخطأ في تحضير العينة

١-٨-١-٦ عام

١-٨-١-٦ الهدف من تعيين الخطأ في تحضير العينات هو تقييم أسلوب أخذ العينات وتحديد مدى صلاحية الطريقة المتبعة لأخذ العينات و مدى تمثيل الخرسانة المنتجة. في بعض الأحيان تكون دراسة الخطأ في تحضير العينات ضرورية وعلى سبيل المثال عند استخدام مواد غير معتادة في الخلطة الخرسانية أو عندما تكون ظروف الصب نفسها غير عادية .

٢-١-٨-١-٦ يعين الخطأ في تحضير العينة عن طريق حساب الفرق في مقاومة الضغط بين عينتين متماثلتين يتم أخذهما من رسالة واحدة بالطريقة القياسية. ويحسب الخطأ في تحضير العينة على عدد عشرين عينة قياسية ومقارنتها مع عشرين عينة مماثلة.

٢-٨-١-٦ الخطوات

١-٢-٨-١-٦ عام

تؤخذ عينة قياسية طبقاً للبند (٦-١-٦) من الرسالة الخرسانية ويؤخذ من نفس الرسالة وبنفس الطريقة عينة تعتبر مثيلة للعينة السابقة. ويتكرر هذا العمل حتى نحصل على عشرين عينة قياسية وعشرين عينة مثيلة من عشرين رسالة مختلفة بشرط أن تكون جميع العينات ذات نفس الرتبة والخلطة وأن يراعى عند ملء كل جاروف لتحضير العينة القياسية من الخرسانة أن يتبعه جاروف مماثل لتحضير العينة المثيلة على أن يكون تجميع كل من العينتين في وعاء مستقل ، وتجهز كما هو موضح بالبند (٢-٢-٨-١-٦) ويجهز من كل منهما عدد ٢ مكعب طول ضلعه ١٥٠ سم . ويجرى على جميع هذه المكعبات اختبار الضغط لعمر ٢٨ يوماً وذلك طبقاً للاختبار رقم (٢-٧).

٦-١-٨-٢-٢ تجهيز العينة القياسية والعينة المثيلة

تفرغ كل عينة من الوعاء الموجودة به الخرسانة في الحوض المسطح لتجهيز العينات مع التأكد من عدم ترك أكثر من طبقة رقيقة من الأسمنت والماء ملتصقة بالوعاء المفرغة منه العينة .

تخلط العينة الموجودة بالحوض المسطح لتكون مخروطاً من الخرسانة ويقلب ذلك المخروط بالجاروف ثانية لتكوين مخروط جديد . وتكرر هذه العملية ثلاث مرات . يراعى عند عمل المخروط صب ملاءة كل جاروف من الخرسانة عند رأس المخروط حتى تكون أجزاؤها المنزلة موزعة بانتظام بقدر الإمكان على جوانبه وحتى لا يتزحزح محور مركز المخروط ، ثم يسوى المخروط الثالث أفقياً بإدخال الجاروف عدة مرات متكررة خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف من الخرسانة تماماً بعد كل مرة .

يكون من الضروري تعديل خطوات الخلط عند تحضير عينات الخرسانة ذات قابلية التشغيل العالية جداً (مثل الخرسانة المحتوية على الإضافات فائقة اللدونة) كالتالي:

أ - الحوض المسطح لتجهيز العينات

يلزم أن تكون الجوانب الرأسية للحوض كبيرة بالدرجة التي تمنع فقد أي جزء من العينة أثناء الخلط .

ب- خلط العينة

لا تلائم خطوات الخلط بعمل المخروط الخرسانة ذات قابلية التشغيل العالية جداً ولذلك يوصى بطريقة الخلط البديلة الآتية:

عند صب الخرسانة في الحوض المسطح لتجهيز العينات يستخدم جاروف لتقليب الخرسانة من الخارج نحو المركز ويتم ذلك مرة واحدة حول جميع جوانب الحوض المسطح .

٦-١-٨-٣ الحسابات وإعداد تقرير الخطأ في تجهيز العينة

تُحسب نتائج متوسط مقاومة الضغط X_m لكل زوج من العينات العشرين القياسية كما يحسب أيضاً الفرق بين قيمتهما X_H وذلك لأقرب ٠,٢٥ نيوتن/مم^٢.

بالمثل يحسب متوسط مقاومة الضغط X_{mI} وأيضاً الفرق بينهما X_{dI} لكل زوج من العينات العشرين المثيلة وذلك لأقرب ٠,٢٥ نيوتن/مم^٢ ثم يحسب الآتي :

$$D_t = \frac{\sum X_{ti}^2 + \sum X_{mi}^2}{80} \quad (6-1-1)$$

$$D_s = \frac{\sum (X_m - X_{mi})^2}{40} \quad (6-1-2)$$

$$M = \frac{\sum X_m + \sum X_{mi}}{40} \quad (6-1-3)$$

$$E_s = \frac{100 \times \sqrt{D_s} - 0.5 \times D_t}{M} \quad (6-1-4)$$

$$E_t = \frac{100 \times \sqrt{D_t}}{M} \quad (6-1-5)$$

حيث :

D_t = الاختلاف في نتائج الاختبار

D_s = الاختلاف في نتائج الاختبار وتجهيز العينة

M = متوسط مقاومة الضغط

E_s = الخطأ في تجهيز العينة (كنسبة مئوية)

E_t = الخطأ في الاختبار (كنسبة مئوية)

على أن تحسب قيمة الخطأ في تجهيز العينة وقيمة الخطأ في الاختبار لأقرب ٠,١٠ % .

٦-١-٨-٤ النتيجة

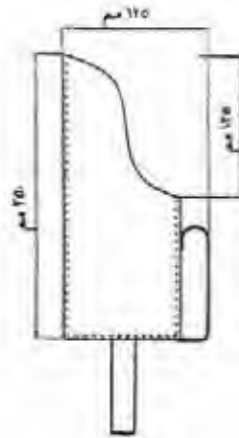
يجب استبعاد خطوات أخذ العينة إذا كانت قيمة الخطأ في تجهيز العينة أكبر من ٣ %
كما تستبعد خطوات الاختبار إذا كان الخطأ في الاختبار أكبر من ٣ % . أما إذا كانت كل من
القيمتين أقل من ٣ % تعتبر خطوات تحضير العينة مناسبة.

٦-١-٩ المراجع

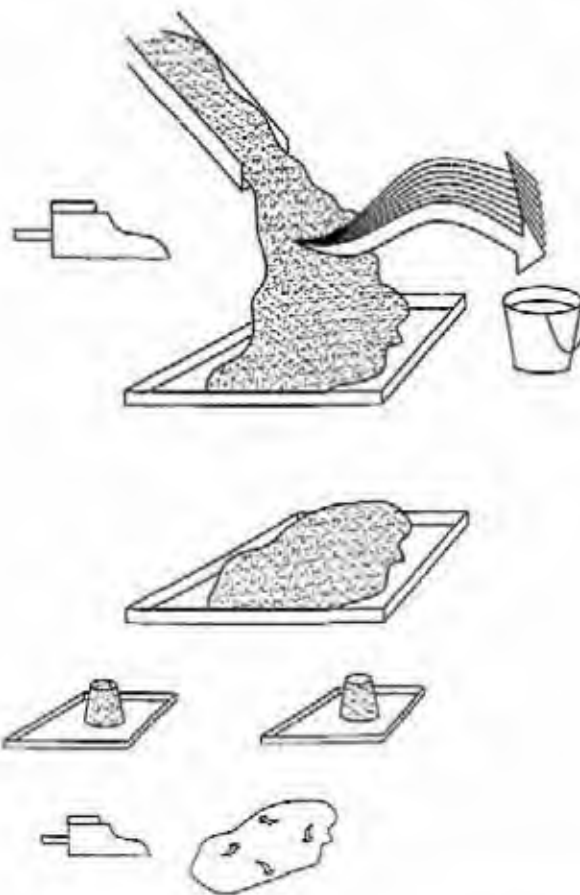
- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. رقم ١٦٥٨/١٩٨٨ الجزء الأول : طريقة أخذ عينات
الخرسانة الطازجة في الموقع.

- الاختبار رقم (٦-١١) : طريقة تحضير مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة

- الاختبار رقم (٦-١٣) : طريقة المعالجة لعينات الخرسانة في المعمل



شكل (١-١-٦) شكل وأبعاد الجاروف القياسى



شكل (٢-١-٦) كروكي يوضح أسلوب أخذ العينات بالطرق المختلفة

٦-٢ طريقة تعيين الهبوط للخرسانة الطازجة

Test Method for Determination of Fresh Concrete Slump

٦-٢-١ عام

يستخدم هذا الاختبار على نطاق واسع في كل أنحاء العالم سواء في الموقع أو في المعمل لتعيين قيمة الهبوط للخرسانة ذات التشغيلية المتوسطة والعالية ، ولا يقيس اختبار الهبوط هذا قابلية الخرسانة للتشغيل بصورة مباشرة ولا يعبر عن مدى سهولة دمك الخرسانة بالموقع وذلك نظراً لأن الهبوط يحدث تحت تأثير وزن الخرسانة فقط وبالتالي لا يعكس ظروف الدمك في الموقع من هزازات وخلافه، ولكن يعتبر هذا الاختبار مفيد لاكتشاف الاختلاف الذي قد يحدث في مكونات الخلطة أو في المواد المستخدمة وذلك بين موقع وآخر أو بين فترة وأخرى في نفس الموقع مما ينبه لضرورة اتخاذ أي إجراءات علاجية لتصحيح هذا الاختلاف.

٦-٢-٢ الهدف

الهدف من هذا الاختبار هو تعيين الهبوط للخرسانة الطازجة ذات قابلية التشغيل المتوسطة إلى قابلية التشغيل العالية. وتطبق هذه الطريقة للخرسانة العادية والخرسانة ذات الهواء المحبوس والمصنعة من الركام الخفيف أو الركام عادي الوزن أو الركام الثقيل بحيث يكون مقاسه الاعتباري الأكبر ٤٠ مم أو أقل ، ولا تصلح طريقة الهبوط هذه لتعيين قابلية التشغيل للخرسانة المهدوء أو الخرسانة التي ليس بها ركام صغير ، ويقيد هذا الاختبار في متابعة التغير في تشغيلية الخرسانة وكذلك أي تغير في المكونات الأساسية للخرسانة. وعلى ذلك يمكن عن طريقه الحكم المبني على مستوى ضبط جودة الخلطة الخرسانية.

٦-٢-٣ الأجهزة

- ١ - قالب الاختبار : يستخدم في الاختبار قالب معدني (ويفضل أن يكون من الصلب المجلفن) لا يتأثر مباشرة بعجينه الأسمنت ولا تنقل تخلفاته عن ١,٥ مم وبحيث يكون سطحه الداخلي ناعماً وخالياً من البروزات مثل بروز مسامير البرشام وأيضاً خالياً من الفتوات المنخفضة ويكون القالب على شكل مخروط ناقص مفرغ كما في الشكل رقم (٦-٢-١) وتكون أبعاد المخروط على النحو التالي:

قطر القاعدة = 200 ± 2 مم

قطر القمة = 100 ± 2 مم

الارتفاع = 300 ± 2 مم

ويجب أن تكون كل من قاعدة وقمة هذا المخروط الناقص مفتوحة وموازية لبعضها البعض وتعمل مع محور المخروط زاوية قائمة. ويجب أن يزود القالب بمقبضين عند ثلثي الارتفاع وكذلك قطع سفلية للضغط عليها بالقدم كما في شكل (٦-٢-١) لجعل المخروط ثابتاً تماماً، ويمكن تثبيت قالب الاختبار مع القاعدة بشرط إمكانية فكها بدون تحريك القالب.

٢ - جاروف مناسب بعرض ١٠٠ مم تقريباً

٣ - حوض مسطح لتجهيز العينات مقاساته ١,٢ م × ١,٢ م وعمق ٥٠ مم ويصنع من معدن لا يصدأ بتخانة ١,٦ مم.

٤ - جاروف بفتحة مربعة (شكل ٦-٢-٢).

٥ - قضيب الدمك : يصنع من قضيب مستقيم من الصلب بمقطع مستعرض مستدير بقطر ١٦ مم وطول ٦٠٠ مم ونهايتين كل منهما شبه كروية.

٦ - مسطرة مدرجة من صفر إلى ٣٠٠ مم على مسافات ٥ مم بحيث تكون نقطة الصفر إحدى نهايتها.

٧ - قمع (اختياري) يصنع القمع من معدن لا يتأثر مباشرة بعجينة الأسمنت ويتكون القمع من مخروطين ناقصين لمحور موحد ولهما قطر مشترك ١٠٠ مم أما النهايتان فلهما قطر أكبر حيث يعمل أحد المخروطين الناقصين كقمع ملاء أما الآخر فيعمل رقبة تمكن القمع من أن ينطبق على السطح الخارجي للقالب.

٦-٢-٤ تحضير العينة الاختبار

٦-٢-٤-١ الطريقة العادية

تحضر عينة الخرسانة الطازجة بالخطوات المبينة في الاختبار رقم (٦-١) ويراعى البدء في تعيين الهبوط بسرعة بقدر الإمكان بعد تجهيز العينة.

٦-٢-٤-٢ الطريقة البديلة

إذا كانت الخرسانة تنقل بعربة خلط أو عربة الرج يقاس الهبوط باستخدام عينة تؤخذ

من التفريغة الأولى ، وبعد ذلك تؤخذ عينة بعد تفريغ ٣/١ م^٢ مكونة من ست غرفات قياسية تجمع من سيل الخرسانة المتحركة وذلك في دلو أو أي وعاء مناسب. ثم يعاد خلط العينة على سطح غير منفذ وتقسّم إلى جزئين ويجرى اختبار الهبوط على كل جزء.

٦-٢-٦ تجهيز العينة للاختبار

تفرغ العينة المحضرة في بند (٦-٢-٤) في الحوض المسطح لتجهيزها للاختبار مع التأكد من أنه لا يترك ملتصقاً بالوعاء المفرغة منه العينة إلا طبقة رقيقة من الأسمنت و الماء. تخلط العينة جيداً بالجاروف لتكون مخروطاً على الوعاء المسطح لتجهيز العينة ثم تقلب ثانية بالجاروف لتكون مخروطاً جديداً وتكرر هذه العملية ثلاث مرات ويراعى عند عمل المخروط ترسيب كل جاروف من الخرسانة عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزقة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان وحتى لا يتزحزح مركز المخروط. ثم يسطح المخروط الثالث بالإدخال الرأسي المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماماً من الخرسانة بعد كل مرة.

٦-٢-٦ خطوات الاختبار

يراعى قبل البدء في الاختبار التأكد من أن السطح الداخلي للقالب نظيف ورطب وبدون أي بلل زائد. يوضع القالب على سطح ناعم جاسئ غير منفذ وفي وضع أفقي تماماً وغير معرض للاهتزازات والصدمات.

يثبت القالب جيداً فوق السطح الأفقي وبه القمع إذا استخدم ، ثم يملأ بثلاث طبقات من الخرسانة تمثل كل منها ثلث ارتفاع القالب بعد الدمك ثم تدمك كل طبقة ٢٥ مرة بواسطة قضيب الدمك القياسى على أن تكون مرات الدمك موزعة بالتساوي على المقطع المستعرض للطبقة ويكون الدمك لكل طبقة حتى كامل عمقها مع مراعاة التأكد من أن قضيب الدمك لم يصطدم بقوة بالسطح الأسفل عند دمك الطبقة الأولى ، على أن يمر قضيب الدمك قليلاً عند دمك الطبقة الثانية والطبقة الأخيرة إلى الطبقة التي أسفلها مباشرة ، ثم تكوم الخرسانة فوق القالب قبل دمك الطبقة العليا.

يراعى وضع كمية إضافية من الخرسانة فوق قمة القالب خلال عملية الدمك. ويجرى تسوية سطح الخرسانة بوحز ودوران قضيب الدمك. ثم مع استمرار تثبيت القالب ، ينظف السطح السفلي من أي خرسانة تكون قد وقعت فوقه أو تسربت من الحافة السفلية للقالب ثم بعد ذلك ينزع القالب من الخرسانة برفعه رأسياً ببطء وعناية في مدة ٥ إلى ١٠ ثوان بأقل حركة

جانبية أو التوائية للخرسانة ، ويجب أن تجرى العملية الكاملة من بدء الملء حتى رفع القالب دون توقف وبحيث تتم في غضون ١٥٠ ثانية.

ثم يقاس الهبوط مباشرة بعد رفع القالب لأقرب ٥ سم باستخدام المسطرة بتعيين الفرق بين ارتفاع القالب وبين أعلى نقطة في العينة المختبرة ويجب ملاحظة الآتي :

١- يمكن معرفة بعض الدلالات عن تماسك وتشغيلية الخلطة بعد الانتهاء من قياس الهبوط وذلك بالطرق خفيفا على جوانب الخرسانة بقضيب الدمك حيث يحدث للخرسانة ذات النسب الجيدة لمكوناتها وذات الهبوط الملحوظ هبوط تدريجي آخر ولكن يحدث للخرسانة ذات نسب المكونات الرديئة أن تقع منهارة.

٢- تتغير تشغيلية الخلطة الخرسانية مع الزمن نتيجة تميؤ الأسمنت (تفاعل الأسمنت مع الماء) وأيضاً نتيجة فقد الرطوبة. ويجب لذلك عمل اختبارات على العينات المختلفة عند فترات زمنية موحدة بعد إضافة ماء الخلط إذا أريد الحصول على نتائج مقارنة تماماً.

٧-٢-٦ بيان النتائج

يعتبر الاختبار مقبولاً إذا أعطى هبوطاً صحيحاً وهو الهبوط الذي تكون فيه الخرسانة متزال متماسكة ومتشابهة كما هو موضح بالشكل (٦-٢-٣-أ) ، أما إذا حدث قص للعينة كما في الشكل (٦-٢-٣-ب) أو حدث انهيار للعينة كما في شكل (٦-٢-٣-ج) فتؤخذ عينة أخرى وتعاد خطوات الاختبار كما يراعى تسجيل قيمة الهبوط الصحيح لأقرب ٥ مم.

٨-٢-٦ دقة وحيود النتائج

يمكن الاستعانة بالقيم المبينة في هذا البند في حالة عدم تحديد حدود للتفاوت في قيمة الهبوط في مستندات المشروع. وفي هذه الحالة يجب أن يكون التفاوت في نتائج اختبار الهبوط للخرسانة الطازجة في حدود التفاوتات المسموح بها والموضحة بالجداول (٦-٢-١) و(٦-٢-٢) وذلك تبعاً لطريقة توصيف مقدار الهبوط المسموح بها في الموقع.

٩-٢-٦ التقرير

٩-٢-٦-١ عام

يجب أن يؤكد التقرير أن الاختبار قد تم طبقاً لما جاء بهذا الدليل. كما يجب أن يبين التقرير إذا كانت هناك شهادة متاحة عن تحضير العينة من عدمه. فإذا كانت متاحة فيلزم تزويد التقرير بها.

٦-٢-٩-٢ محتويات التقرير

أ - معلومات ضرورية

يجب أن يحتوي تقرير الاختبار على البيانات التالية :

- تاريخ وزمن ومكان أخذ العينة وطريقة تجهيزها (عامة أو بديلة) والترقيم المميز للعينة.
- زمن ومكان الاختبار.
- الزمن منذ تجهيز العينة حتى بدء الاختبار.
- شكل الهبوط سواء صحيح أو قص أو انهيار.
- مقياس الهبوط الصحيح.
- اسم الشخص القائم بالاختبار.

ب - معلومات اختيارية

يجب أن يتضمن تقرير الاختبار المعلومات التالية في حالة طلبها:

- اسم المشروع ومكان استخدام الخرسانة.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة المختبرة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة وتوريدها للموقع.
- مواصفات الخلطة الخرسانية (مثل رتبة المقارنة).

٦-٢-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. ١٦٥٨ / ١٩٨٨ (الجزء الأول) :
طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة من الموقع.

جدول (٦-٢-١) التفاوت المسموح به في حالة تحديد حد أقصى للهبوط

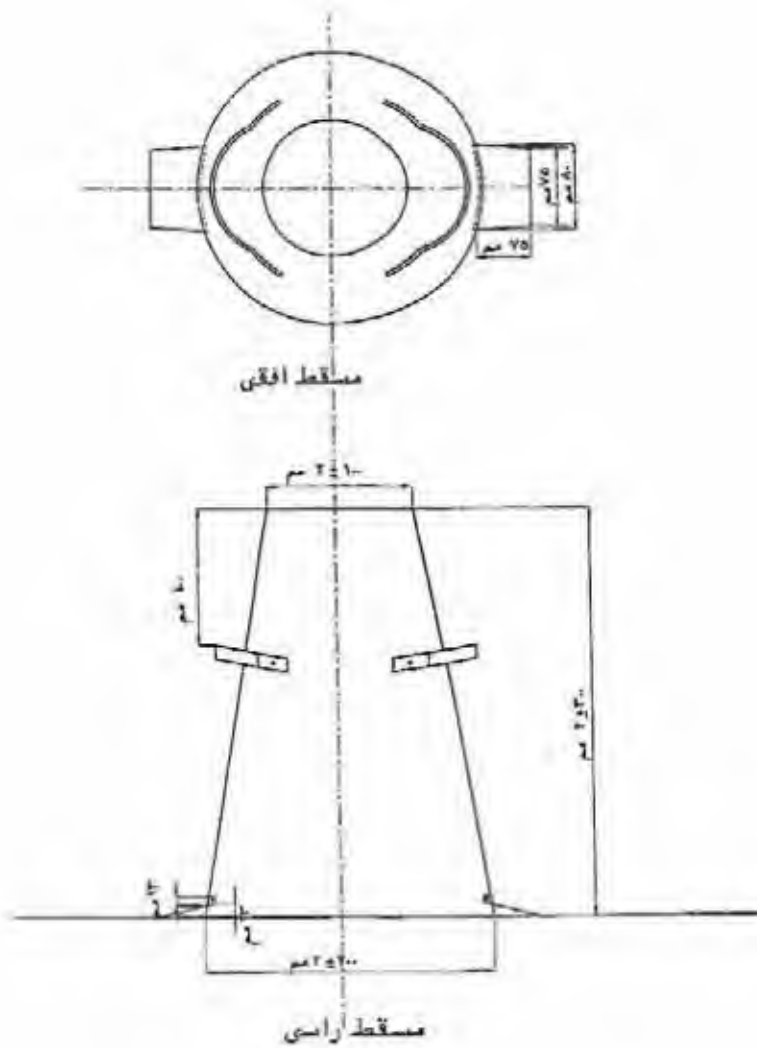
مقدار الهبوط الأقصى المسموح	مقدار التفاوت المسموح (أقل من الهبوط الأقصى)
٧٥ مم أو أقل	٣٥ مم
أكبر من ٧٥ مم	٦٠ مم

جدول (٦-٢-٢) التفاوت المسموح في حالة تحديد قيمة للهبوط المطلوبة

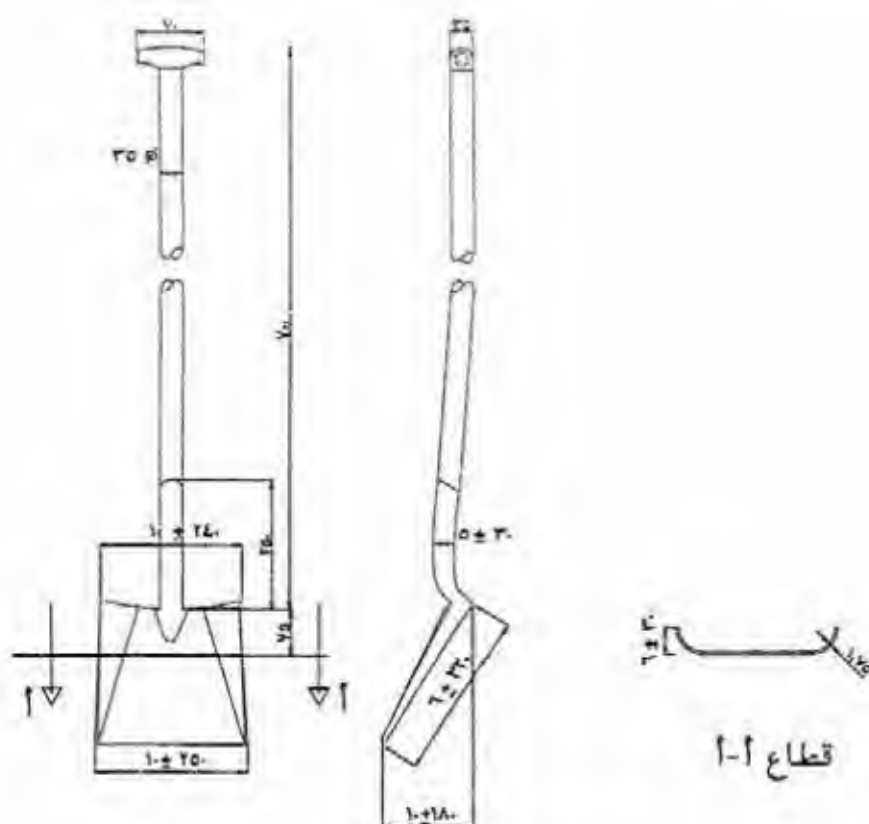
مقدار الهبوط المطلوب	مقدار التفاوت المسموح
٥٠ مم أو أقل	± 10 مم
أكبر من ٥٠ مم إلى ١٠٠ مم	± 20 مم
أكبر من ١٠٠ مم	± 30 مم

جدول (٦-٢-٣) قيم الهبوط المطلوبة للعناصر الخرسانية المختلفة باستخدام الدمك الميكانيكي

نوع العنصر الإنشائي	الهبوط* مم	أسلوب الدمك
خرسانة كتلية.	صفر - ٢٥	دمك ميكانيكي
القواعد الخرسانية خفيفة التسليح ومتوسطة التسليح.	٢٥ - ٥٠	دمك ميكانيكي
قطاعات خرسانية خفيفة التسليح.		
قطاعات خرسانية متوسطة وعالية التسليح.	٥٠ - ١٠٠	دمك ميكانيكي
قطاعات خرسانية خفيفة التسليح.		دمك يدوي
قطاعات خرسانية كثيفة التسليح.	١٠٠ - ١٢٥	دمك خفيف
أساسات عميقة وخرسانة قابضة للتسلح.	١٢٥ - ٢٠٠**	دمك خفيف



شكل (٦-٢-١) شكل مخروط الهبوط



شكل (٢-٢-٦) الجاروف القياسي



شكل (٣-٢-٦) أشكال الهبوط المتوقعة للخرسانة الطازجة

٣-٦ اختبار الانسياب للخرسانة الطازجة

Test Method to Determine the Flow Value of Fresh Concrete

١-٣-٦ عام

يعبر هذا الاختبار عن قوام الخرسانة ومدى استعدادها للانسياب كما يعطى مؤشراً عن قابلية الخرسانة للانفصال الحبيبي ويستخدم على نطاق واسع في الوقت الحالي نظراً للتوسع في استخدام الخرسانة الانسيابية في المشاريع الكبرى والتي يتم صبها عن طريق المضخات ولا يصلح كل من اختبري الهبوط وعامل الدمك لقياس مدى قابليتها للتشغيل.

٢-٣-٦ الهدف

يهدف هذا الاختبار لتعيين الانسياب للخرسانة الطازجة ذات التشغيلية العالية والعالية جداً. وتطبق هذه الطريقة على الخرسانة العادية أو الخرسانة ذات الهواء المحبوس والتي يتراوح قطر انسيابها من ٥٠٠ مم إلى ٦٥٠ مم عندما تختبر بهذه الطريقة ، ويكون ركام هذه الخرسانة من الركام الخفيف أو العادي أو الثقيل ذي مقاس اعتباري أكبر أو أقل من ٢٠ مم. ولا تطبق هذه الطريقة على الخرسانة المهواة أو الخرسانة بدون ركام صغير.

٣-٣-٦ الأجهزة

١ - منضدة الانسياب : تتكون من لوح مسطح لوضع الخرسانة عليه وهو مثبت مفصلياً بقاعدة جاسئة بحيث يمكنه السقوط عليها من ارتفاع محدد. ويبين الشكل (١-٣-٦) المقاسات القياسية لجهاز الانسياب والشكل المناسب لإنشائه ، يُصنع الجزء العلوي من منضدة الانسياب من لوح معدني مسطح من الصلب المجلفن غالباً بتخانة ١,٥ مم يحد أدنى على ألا يتأثر بعجينه الأسمنت ويكون غير قابل للصدأ ويكون هذا الجزء العلوي بمساحة قدرها ٧٠٠ × ٧٠٠ مم ، ويرسم خطان متعامدان في مركز المنضدة موازيان لحروف اللوح بالإضافة إلى دائرة مركزية بقطر ٢٠٠ مم.

ويجب تقوية السطح السفلي للوح لمنع التواء السطح المسطح. ويزود الجزء الأمامي من قمة منضدة الانسياب بيد رافعة كما هو موضح بالشكل (١-٣-٦). ويكون الوزن الكلي للجزء العلوي لجهاز الانسياب مساوياً 16 ± 1 كيلو جرام. ويثبت الجزء العلوي لمنضدة الانسياب سلفاً ببيكل القاعدة باستخدام مفصلات خارجية حتى لا يعوق الركام الحركة بين المفصلات والصراح المثبتة مفصلياً. ويجب أن يمتد الجزء الأمامي من هيكل القاعدة

١٢٠ مم على الأقل أكثر من الجزء العلوي لمنضدة الانسياب ليكون كعباً للوح القاعدة. ويلزم أن يزود كل من جانبي المنضدة بحاجز للحركة علوي مشابه لما هو مبين بالشكل (٦-٣-١) بحيث يمكن من رفع حرف الجزء الأمامي السفلي من المنضدة بمسافة 40 ± 1 مم فقط.

ويجب أن يزود الحرف الأمامي الأسفل من السطح العلوي لمنضدة الانسياب بقاعدتين صلبتين جاستنيتين لكي ينقل الحمل إلى هيكل القاعدة الذي يجب أن يصنع بحيث ينقل الحمل مباشرة إلى السطح الذي توضع عليه المنضدة وبحيث يقل احتمال ارتداد الجزء العلوي من منضدة الانسياب عندما يسمح له بالسقوط.

٢ - قالب مصنع من معدن - من الصلب المجلفن غالباً - حتى لا يتأثر بمونة الأسمنت ويكون غير قابل للصدأ بتخانة لا تقل عن ١,٥ مم. ويجب أن يكون السطح الداخلي للقالب ناعماً خالياً من البروزات ، (مثل بروز مسامير البرشام) كما يكون خالياً من التقرات السطحية. ويكون شكل القالب على هيئة مخروط ناقص مفرغ بالمقاسات الداخلية الآتية:

$$\text{قطر القاعدة} = 200 \pm 2 \text{ مم}$$

$$\text{قطر القمة} = 130 \pm 2 \text{ مم}$$

$$\text{الارتفاع} = 200 \pm 2 \text{ مم}$$

ويراعى أن تكون كل من القمة والقاعدة مفتوحة وموازية لبعضها البعض وعمودية على المخروط. ويزود المخروط بقطعتين معدنيتين لتثبيتته بالقدم من أسفل ويبدن فوقهما كما في الشكل (٦-٣-٢).

٣ - قضيب الدمك : يصنع من خشب صلد مناسب بمقطع مستعرض مربع ٤٠ مم × ٤٠ مم وبطول ٢٠٠ مم على الأقل. ويكون له يد عن طريق عمل التشغيل المناسب لهذا المقطع ليكون دائرياً وذلك بطول إضافي قدره ١٢٠ مم إلى ١٥٠ مم كما في شكل (٦-٣-٣).

٤ - جاروف بعرض حوالي ١٠٠ مم

٥ - إناء مسطح للعينة من معدن لا يصدأ بتخانة ١,٥ مم على الأقل وتكون مقاسات الإناء ١,٢ متراً × ١,٢ متراً بعمق ٥٠ مم.

٦ - جاروف بفتحة مربعة كما ورد في الاختبار رقم (٦-٢) بالدليل - شكل (٦-٢-٢).

٧ - مسطرة بطول ٧٠٠ مم مقسمة مسافات ٥ مم على كامل طولها.

٦-٣-٤ تحضير العينة

تؤخذ العينة من الخرسانة الطازجة طبقاً للاختبار رقم (٦-١) بالدليل على أن يجرى اختبار الانسياب بسرعة بقدر الإمكان بعد تحضير العينة.

٦-٣-٥ تجهيز العينة للاختبار

تفرغ العينة من الأوعية المحضرة على الإناء المسطح للعينة على أن يراعى عدم ترك أكثر من طبقة رقيقة من الأسمنت و الماء متلاصقة بأوعية التحضير.

تخلط العينة جيداً باستخدام جاروف بتقليب الخرسانة من خارج الإناء المسطح للعينة إلى مركزه بالعمل المستمر مرة واحدة لكل جانب من الجوانب الأربعة للإناء المسطح.

٦-٣-٦ خطوات العمل

١ - توضع منضدة الانسياب على سطح مستو أفقي صلب خال من الاهتزازات الخارجية أو الصدمات ثم يجب التأكد من أن السطح العلوي للمنضدة والمثبت مفصلياً يمكن رفعه للحد الصحيح لمساره ويمكنه بعد ذلك أن يكون حراً للسقوط حتى القاعدة السفلى كذلك يجب التأكد من أن المنضدة مثبتة بحيث إذا سقط السطح العلوي حتى القاعدة السفلية فإن احتمال ارتداده يكون أقل ما يمكن ويجب قبل الاختبار مباشرة أن يكون كل من المنضدة والقالب نظيفان رطبان وخاليان من الرطوبة المتجمعة.

٢ - يوضع القالب في مركز الجزء العلوي من المنضدة ويثبت في موضعه بالوقوف على قطعتي القدم ثم يملأ القالب بالخرسانة على طبقتين باستخدام الجاروف حيث تدمك كل طبقة خفيفاً ١٠ مرات بقضيب الدمك الخشبي ويضاف عند الضرورة خرسانة أخرى ليكون هناك فائض فوق السطح العلوي للقالب أثناء عملية الدمك النهائية ثم تزال الخرسانة الزائدة بمحاذاة الحرف العلوي للقالب وتنظف المنطقة الخالية من السطح العلوي للمنضدة من الخرسانة الزائدة.

٣ - يرفع القالب رأسياً ببطء بواسطة يدي القالب بعد ٣٠ ثانية من إزالة الخرسانة الزائدة وذلك في فترة من ٣ إلى ٦ ثوان ، ثم يجعل القائم بالاختبار منضدة الانسياب متزنة بالوقوف على كعب لوح القاعدة في مقدمة المنضدة ويرفع السطح العلوي للمنضدة ببطء حتى يصل إلى الحاجز العلوي للحركة مع مراعاة عدم اصطدام السطح العلوي للمنضدة بشدة بالحاجز ثم يسمح بالسطح العلوي للمنضدة ليسقط حراً على القاعدة السفلية وتكرر هذه الدورة لتعطي ١٥ سقطة كلية على أن تأخذ كل دورة ٣ ثوان على الأقل و ٥ ثوان على

الأكثر. وبهذه الطريقة تتساب الخرسانة فوق السطح العلوي للمنضدة.

٤ - يقاس بواسطة المسطرة القطر الكلي لانتشار الخرسانة في اتجاهين متوازيين لحروف المنضدة ثم يحسب المتوسط الحسابي للقطرين ليعبر عن مقياس الانسياب بالمليمتر.

ويجب الأخذ في الاعتبار الملاحظات التالية :

١- يجب التأكد من عدم حدوث انفصال حبيبي بالخرسانة المختبرة حيث أنه يمكن أن تتفصل مونة الأسمنت عن الركام الكبير لتعطي حلقة من المونة تمتد عدة ملليمترات خارج الركام الكبير.

٢- نظرا لتغير تشغلية الخرسانة مع الزمن بسبب تفاعل الأسمنت مع الماء واحتمال فقد الرطوبة فيجب أن تجرى التجارب على عينات مختلفة عند فترات زمنية ثابتة بعد الخلط وذلك إذا ما أريد الحصول على نتائج للمقارنة.

٧-٣-٦ النتيجة

يسجل متوسط قطري الانسياب بالمليمتر لأقرب ٥ مم.

٨-٣-٦ التقرير

١-٨-٣-٦ عام

يجب أن يؤكد التقرير أن الانسياب قد عين طبقا للطريقة المذكورة بهذا الدليل وعلى أن يوضح التقرير إذا كانت شهادة تحضير العينة متاحة من عدمه فإذا كانت متاحة يجب أن يزود بصورة من هذه الشهادة .

٢-٨-٣-٦ بيانات يتضمنها تقرير الاختبار

أ - بيانات لازمة

يجب أن يحتوي تقرير الاختبار على البيانات الآتية:

- تاريخ وزمن ومكان تحضير العينة والرقم المميز للعينة.

- زمن ومكان الاختبار.

- متوسط قطر الانسياب بالاختبار.

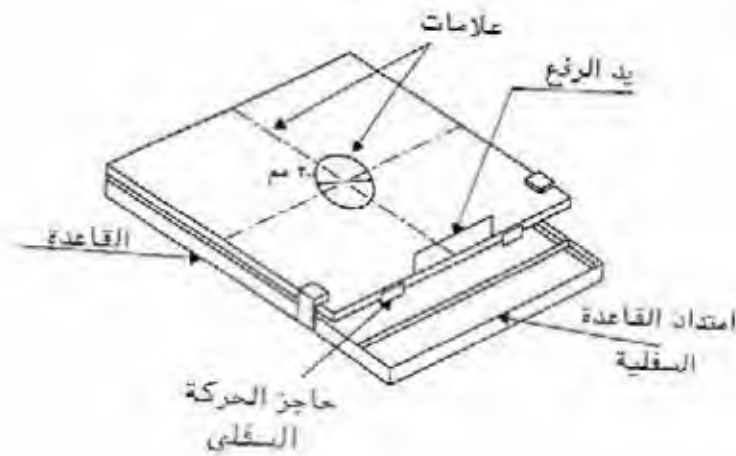
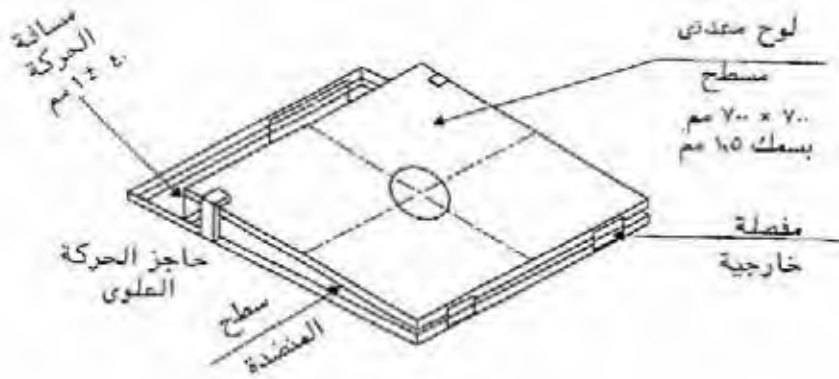
ب - بيانات إضافية

يجب أن يحتوي تقرير الاختبار أيضاً عند اللزوم البيانات الآتية:

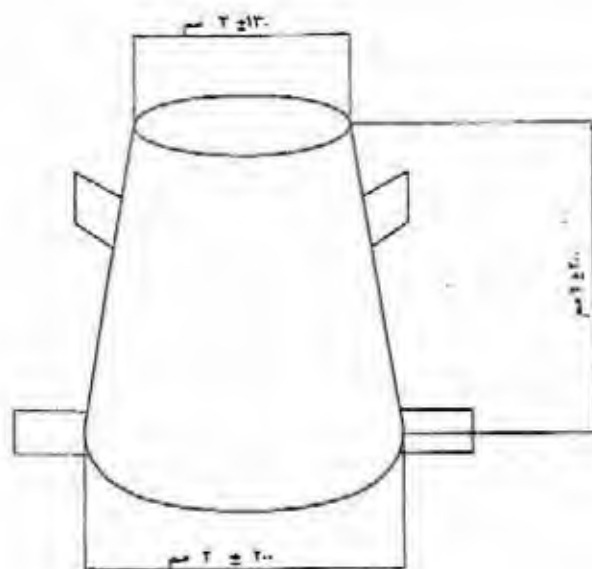
- اسم المشروع والمكان التي تستخدم فيه الخرسانة.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة أو تسليمها بالموقع.
- مواصفات الخلطة الخرسانية (مثل رتبة المقاومة).
- في حالة حدوث الانفصال الحبيبي للخلطة فيمكن الإشارة إلى ذلك.

٩-٣-٦ المراجع

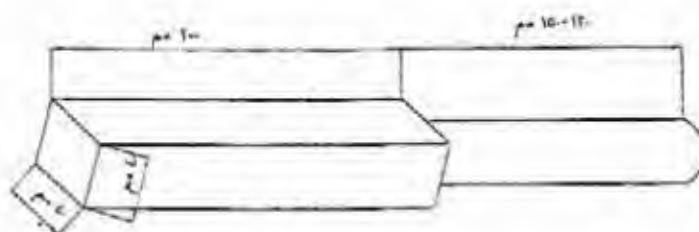
- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. رقم ١٦٥٨ / ١٩٨٨ الجزء الأول: طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة من الموقع.
- BS 1881 : Part 105 : 1984 “ Methods of determination of flow “



شكل (٦-٣-١) شكل المنضدة المستخدمة لاختبار انسياب الدمك



شكل (٢-٣-٦) شكل القالب



شكل (٣-٣-٦) شكل قضيبي الدمك

٦-٤ اختبار تعيين زمن فى بي للخرسانة الطازجة

Test Method for Determination of Ve Be Time of Concrete

٦-٤-١ عام

يعتبر هذا الاختبار مناسباً جداً للخلطات الجافة والجافة جداً ويفضل إجراؤه فى الموقع عنه فى المعمل ويلاحظ أن العمليات التى تتم على الخرسانة أثناء إجراء هذا الاختبار تشابه بدرجة كبيرة ما يتم بالموقع أثناء صب الخرسانة لذلك وجد أن هذا الاختبار يعطى مؤشراً جيداً عن إمكانية صب ودمك الخرسانة بالموقع. ويقيس هذا الاختبار الزمن الذى تأخذه الخرسانة الطازجة لكى تتحول من الشكل المخروطى القياسى إلى أسطوانة أفقية تحت تأثير الاهتزاز.

٦-٤-٢ الهدف

يختص هذا الجزء من المواصفات بطريقة تعيين زمن فى بي للخرسانة ذات التشغيلية المنخفضة إلى المنخفضة جداً، وتطبق هذه الطريقة على الخرسانة العادية والخرسانة ذات الهواء المحبوس ويكون ركام هذه الخرسانة من الركام الخفيف أو الركام العادى أو الثقيل ذو مقاس اعتبارى ٤٠ مم أو أقل، ولا تطبق هذه الطريقة على الخرسانة المهواة أو الخرسانة بدون الركام الصغير.

٦-٤-٣ الأجهزة

١ - جهاز تحديد القوام : يحتوى هذا الجهاز على وعاء وقالب و قرص شفاف ومنضدة اهتزازات ويبين الشكل (٦-٤-١) جهاز تحديد القوام ومشملاً به. يصنع الإناء (A) من معدن لا يتأثر بعجينه الأسمنت وغالباً ما يكون من الصلب المجلفن ويكون أسطوانى الشكل وجدرانه بسمك ٣ مم وقاعدته بسمك ٧,٥ مم. القطر الداخلى لهذا الإناء هو 240 ± 5 مم وارتفاع ٢٠٠ مم ويجب أن يكون هذا الإناء غير منفذ للماء وله من الصلابة ما تجعله يحتفظ بشكله تحت ظروف الاستخدام الصعبة ويجب أن يزود بمقابض أرجل، والأخيرة تستخدم لكى يمكن تثبيت هذا الإناء فوق منضدة الاهتزازات (G) بواسطة صامولة الجنب (H). يصنع القالب (B) من معدن صلب لا يتأثر بعجينه الأسمنت وغالباً ما يكون من الصلب المجلفن بسمك لا يقل عن ١,٥ مم ويكون السطح الداخلى للقالب أملس وخالياً من البروزات مثل نتوءات البرشام ، كما تكون خالية من النقر. ويكون هذا القالب فى صورة مخروط ناقص مجوف بالمقاسات الداخلية الآتية :

قطر القاعدة = 200 ± 2 مم

قطر القمة = 100 ± 2 مم

الارتفاع = 300 ± 2 مم

قاعدة وقمة هذا القالب مفتوحتان ويوازي كل منهما الآخر ويعمل خط التوازي زاوية قائمة مع محور المخروط. يزود القالب بمقيضين على ارتفاع ٢٥٠ مم من القاعدة. يكون القرص الشفاف (C) أفقياً ومثبتاً بنهاية قضيب (J) الذي يتحرك رأسياً خلال دليل (E) معلق من ذراع (N). ويكون الدليل (E) مثبتاً بمسمار قلاووظ (Q) حتى يمكن تثبيت القضيب (J) في وضع ثابت. يحمل الذراع (N₁) قمع (D)، قاعدة هذا القمع تقع مباشرة فوق القالب (B) عندما يكون في وضع مركزي مع الإناء (A). الذراع (N₁) مثبت بماسك (M) ويمكن تثبيت هذا الذراع في وضعه بمجموعة مسامير قلاووظ (F). يكون القرص الشفاف بقطر 230 ± 2 مم وبسمك 10 ± 2 مم. يوضع الثقل (P) مباشرة فوق هذا القرص الشفاف بحيث يكون وزن المجموعة المتحركة شاملة القضيب والقرص والثقل 2750 ± 50 جم. القضيب مزود بمسطرة مدرجة لقياس هبوط الخرسانة. منصبة الاهتزاز (G) يكون طولها ٣٨٠ مم وعرضها ٢٦٠ مم ومحملة على أربعة أرجل من المطاط العاص للصدمات. الوحدة المسببة للاهتزازات (هزازات) (L) محمولة على قاعدة (K) وهذه القاعدة مركزة على ثلاث أرجل مطاط مثبتة بأمان من أسفل. تعمل تلك الهزازات بتردد مقداره ٥٠ هيرتز لمسافة رأسية مقدارها $0.35 \pm$ مم بالنسبة للوضع الأصلي.

٢ - جاروف بعرض ١٠٠ مم تقريباً

٣ - حوض مسطح لتجهيز العينات : مقاساته ١٢٠٠ مم × ١٢٠٠ مم وعمق ٥٠ مم ويصنع من معدن لا يصدأ بسمك ١,٦ مم.

٤ - جاروف بفتحه مربعة كما ورد بالاختبار رقم (٦-٢) بهذا الدليل

٥ - قضيب الغر : يصنع من قضيب مستقيم من الصلب بمقطع مستعرض قطر ١٦ مم وطول ٦٠٠ مم ونهايته شبه كروية.

٦ - ساعة إيقاف بدقة نصف ثانية.

٦-٤-٤ طريقة أخذ العينة

تؤخذ عينة الخرسانة الطازجة طبقاً للخطوات المبينة بالاختبار رقم (٦-١) بالدليل. يراعى تعيين زمن فى بى بأقصى سرعة ممكنة بعد أخذ العينة.

٦-٤-٥ تجهيز العينة للاختبار

- ١ - تفرغ العينة المحضرة فى بند (٦-٤-٤) فى الحوض المسطح لتجهيزها للاختبار مع التأكد من ألا يترك ملتصقا بالوعاء المفرغ منه غير طبقة رقيقة من الأسمنت.
- ٢ - تخلط العينة جيداً بالجاروف لتكون مخروطاً ناقصاً على الحوض المسطح لتجهيز العينات.
- ٣ - تقلب العينة ثانيةً بالجاروف لتكون مخروطاً ناقصاً جديداً وتكرر هذه العملية ثلاث مرات.
- ٤ - يراعى عند عمل المخروط ترسيب كل جاروف من الخرسانة عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزقة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان وحتى لا يتزحزح مركز المخروط.
- ٥ - يسطح المخروط الثالث بالإدخال الرأسي المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماماً من الخرسانة بعد كل مرة.

٦-٤-٦ خطوات الاختبار

- ١ - توضع منصدة الاهتزازات (G) على سطح أفقي جاسئ خال من أي اهتزازات أو صدمات خارجية.
- ٢ - يثبت الوعاء (A) جيداً فوق منصدة الاهتزازات باستخدام صامولتي الجنب (H) ويراعى أن يكون السطح الداخلي لهذا الوعاء نظيفاً ورطباً بدون بلل زائد.
- ٣ - يوضع القالب (B) بداخل الوعاء (A) بحيث ينطبق محوراهما ، ويتم إنزال القمع (D) حتى يصل إلى القالب (B) ويراعى أن يكون السطح الداخلي للقالب (B) والقمع (D) نظيفاً ورطباً بدون بلل زائد. بعد ذلك يربط القلاووظ (F) بحيث تكون قاعدة القالب (B) ملاصقة لقاعدة الوعاء (A) .
- ٤ - يملأ القالب (B) بالخرسانة على ثلاث طبقات كل منها تمثل ثلث حجم القالب بعد الدمك ثم تدمك كل طبقة ٢٥ مرة بواسطة قضيب الدمك على أن تكون مرات الدمك موزعة بالتساوي على المقطع المستعرض للطبقة ويكون الدمك لكل طبقة حتى كامل عمقها مع مراعاة التأكد من أن قضيب الدمك لم يصطدم بقوة بقاعدة الوعاء (A) عند دمك الطبقة الأولى على أن يمر قضيب الدمك قليلاً عند دمك الطبقة الثانية والطبقة الأخيرة إلى الطبقة

التي أسفلها مباشرة ، ثم تكوم الخرسانة فوق القالب قبل دمك الطبقة العليا ، ويراعى وضع كمية إضافية من الخرسانة فوق قمة القالب خلال عملية الدمك.

٥ - بعد دمك الطبقة العليا يتم فك القلاووظ (F) ويتم يرفع القمع (D) ويعاد ربط القلاووظ (F) ويسوى سطح الخرسانة العلوي مع حافة القالب (B) باستخدام قضيب الدمك ويراعى عدم تحريك القالب (B) وعدم سقوط أي خرسانة داخل الوعاء (A) .

٦ - يتم إزالة القالب (B) برفعه رأسياً ببطء وبناية في مدة من ٥ إلى ١٠ ثوان بأقل حركة جانبية أو التوائية للخرسانة.

٧ - بعد رفع القالب (B) يتم فك القلاووظ (F₁) ثم يحرك القرص الشفاف (C) فوق الوعاء (A). بعد ذلك يتم ربط القلاووظ (F₁) وإنزال القرص الشفاف (C) حتى يلمس أعلى نقطة من الخرسانة الهابطة بعد رفع القالب (B) .

٨ - إذا حدث قص للخرسانة كما في الشكل (٦-٢-٣-ب) أو انهيار كما في شكل (٦-٢-٣-ج) أو هبطت الخرسانة حتى تلمس جدران الوعاء (A) وكان القرص الشفاف (C) مستقراً فوق الخرسانة الهابطة وفي هذه الحالة يكون القلاووظ (Q) مفكوكاً، ويكون الاختبار غير مناسب لقياس تشغيل هذه الخرسانة .

٩ - إذا حدث وهبطت الخرسانة دون أن تلمس جدران الوعاء (A) كما في حالة الهبوط الحقيقي شكل (٦-٢-٣-أ) يتم ربط القلاووظ (Q) ، وفي هذه الحالة يكون القرص (C) ملاصقاً لأعلى نقطة من الخرسانة بدون أن يسبب لها أي اضطراب.

١٠ - تقرأ قيمة الهبوط على المسطرة المدرجة (J) وبعد ذلك يتم فك القلاووظ (Q) ويسمح للقرص (C) أن يستقر فوق الخرسانة.

١١ - عندئذ تبدأ عملية الاهتزاز ويتم تسجيل الوقت باستخدام ساعة الإيقاف ويراقب شكل الخرسانة من خلال القرص الشفاف (C) .

١٢ - يتم إيقاف ساعة الإيقاف بمجرد أن يغطي السطح السفلي للقرص (C) بعجينه الأسمنت ويتم تسجيل الوقت.

٦-٤-٧ أخطاء شائعة واحتياطات

١ - يجب أن تتم خطوات هذا الاختبار في خلال ٥ دقائق من بداية ملء القالب (B) وأي تأخير بعد ذلك يؤثر على قيمة الزمن المقاسة.

٢ - تتغير تشغيلية الخرسانة مع الزمن نتيجة تميؤ الأسمنت (تفاعل الأسمنت مع الماء) وأيضا احتمال فقد الرطوبة ولذلك يجب عمل اختبارات على العينات المختلفة عند فترات زمنية موحدة بعد الخلط إذا أريد الحصول على نتائج مقارنة تماما.

٣ - هذا الاختبار غير مناسب للخلطات التي تعطى زمن في بي أقل من ٥ ثوان .

٦-٤-٨ النتائج

يتم تسجيل زمن في بي المبين بساعة الإيقاف لأقرب ثانية.

٦-٤-٩ التقرير

٦-٩-٤-١ عام

يجب أن يؤكد التقرير إن الاختبار في بي قد تم طبقا للخطوات الموضحة بالدليل كما يجب أن يبين التقرير إذا كانت هناك شهادة ماثلة عن تحضير العينة من عدمه ، فإذا كانت ماثلة فيلزم تزويد التقرير بها.

٦-٩-٤-٢ محتويات التقرير

أ - معلومات ضرورية

يجب أن يحتوى تقرير الاختبار على البيانات التالية :

- تاريخ وزمن ومكان أخذ العينة وطريقة تجهيزها والرقم المميز للعينة.
- زمن ومكان الاختبار.
- شكل الهيوط سواء صحيح أو قص أو انهيار وإذا كانت الخرسانة ملاصقة لجدران الوعاء من عدمه.
- مقياس الهبوط الصحيح في حالة عدم ملاصقة الخرسانة بجدران الوعاء (A) .
- زمن في بي
- اسم الشخص القائم بالاختبار.
- اسم المشروع ومكان استخدام الخرسانة .

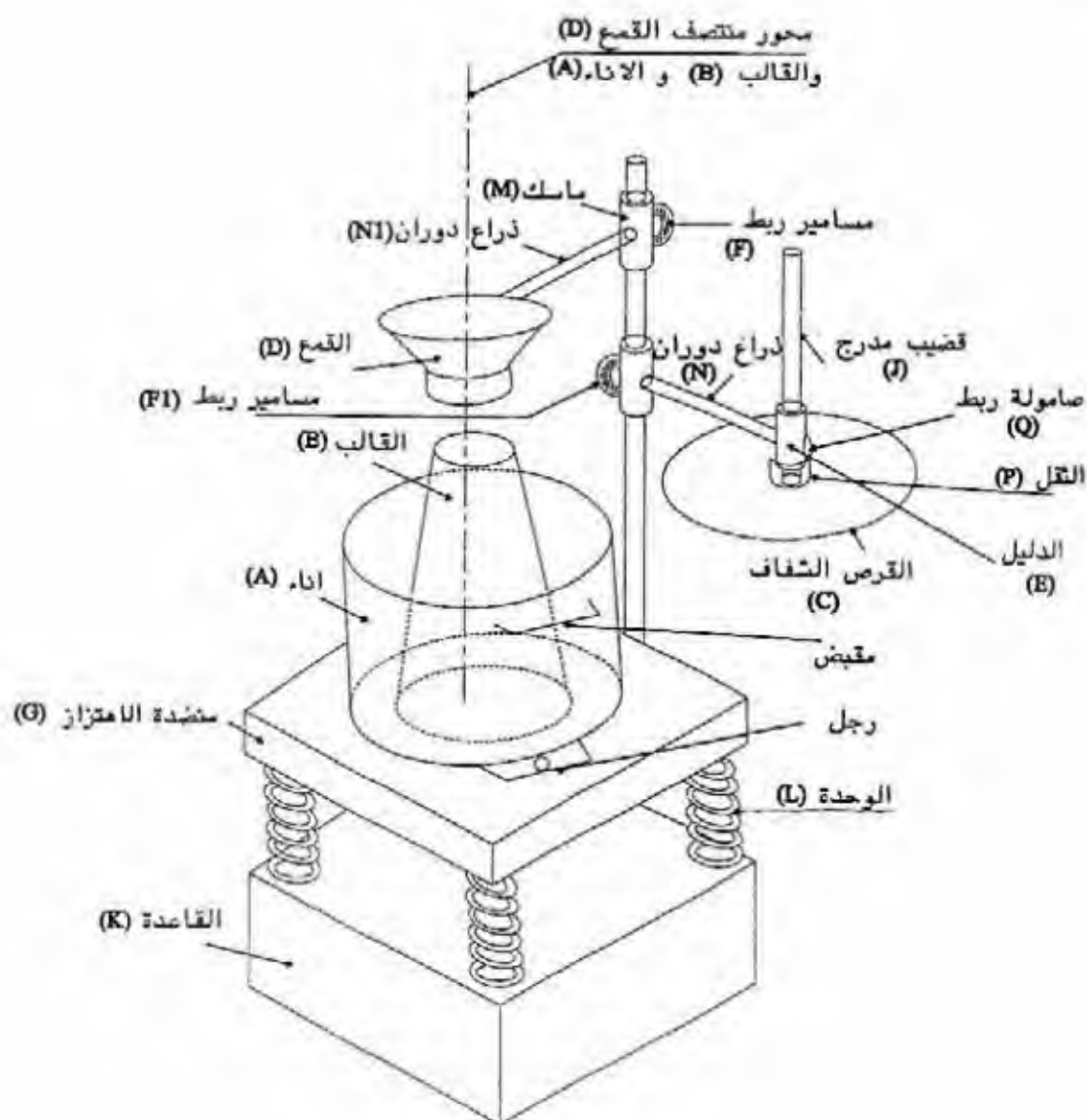
ب - معلومات اختيارية

يجب أن يتضمن تقرير الاختبار المعلومات التالية في حالة طلبها:

- اسم المورد ومصدر الخرسانة المختبرة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة وتوريدها للموقع.
- مواصفات الخلطة الخرسانية (مثل رتبة الخرسانة).

٦-٤-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. رقم ١٦٥٨/١٩٨٨ الجزء الأول : طريقة اخذ عينات الخرسانة الطازجة في الموقع.
- اختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- BS 1881 : Part 104 : 1983 “ Method of determination of Vebe time “



شكل (٦-٤-١) جهاز قياس زمن غي بي للخرسانة الطازجة.

٥-٦ اختبار تعيين عامل الدمك للخرسانة الطازجة Test Method to Determine Compacting Factor for Fresh Concrete

١-٥-٦ عام

يعبر عامل الدمك بدرجة كبيرة عن مدى تشغيلية الخرسانة وسهولة دمكها في الموقع وتزداد حساسية عامل الدمك للخرسانة ذات التشغيلية المنخفضة والمتوسطة عنها للخرسانة ذات التشغيلية العالية ولا يفضل عمل هذا الاختبار للخلطات الخرسانية قليلة الماء حيث تلتصق الخرسانة بجدران الإناء مما يؤثر على عامل الدمك. وقد وجد أن الخلطات الغنية بالأسمنت تحتاج إلى مجهود أقل لدمكها عن الخلطات الفقيرة بالأسمنت مع ثبات عامل الدمك لكل منهما ، لذلك يعتبر اختبار عامل الدمك غير ملائم للخرسانة التي تكون قابليتها للتشغيل منخفضة جداً أو عالية جداً أي الخرسانة التي يكون عامل الدمك المقاس لها أقل من ٠,٧ أو أكثر من ٠,٩٨.

٢-٥-٦ الهدف

يتم إجراء هذه التجربة لتعيين عامل الدمك للخرسانة ذات قابلية التشغيل المنخفضة والمتوسطة. وتطبق على الخرسانة العادية والخرسانة ذات الهواء المحبوس المصنعة من الركام الخفيف والركام عادي الوزن والركام الثقيل ذي المقاس الاعتباري الأكبر لا يزيد عن ٤٠ مم ، ولا تصلح هذه الطريقة للخرسانة المهواة والخرسانة التي ليس بها ركام صغير والخرسانة التي لا يمكن دمكها بالهزاز.

٣-٥-٦ الأجهزة

١ - جهاز عامل الدمك : يتكون جهاز تعيين عامل الدمك من مخروطين ناقصين مثبتين بالجهاز فوق أسطوانة ، ويبين جدول (١-٥-٦) وشكل (١-٥-٦) مقاساته الرئيسية ، ويكون تركيب كل من المخروطين والأسطوانة متيناً و من معدن مقاوم للتآكل بتأثير مونه الأسمنت. وتكون الأسطح الداخلية ناعمة وخالية من البروزات مثل نتوءات البرشام ، كما تكون خالية من النقر. ويجهز قاع الأسطوانة بحيث يكون مستوياً ويكون زوايا قائمة مع محورها. وتكون النهايات السفلية للمخروطين الناقصين بأبواب ذات مفصلات مناسبة مصنوعة من صاج معدني غير قابل للصدأ بتخانة ٣ مم ، وتكون لبوابات المخروطين كلابات سريعة الانفصال وتسمح بالتأرجح السريع.

ويكون حامل المخروطين الناقصين والأسطوانة من أجزاء جاسئة تثبت بدقة في الأوضاع والمقاسات المبينة بجدول (٦-٥-١). كما يمكن فك الأسطوانة من الجهاز بسهولة.

٢ - مسطرين تسوية : عدد ٢ مسطرين تسوية.

٣ - جاروف : بعرض ١٠٠ مم تقريبا.

٤ - حوض مسطح لتجهيز العينات : مقاساته ١٢٠٠ مم × ١٢٠٠ مم وعمق ٥٠ مم ويصنع من معدن لا يصدأ بثخانة ١,٦ مم.

٥ - جاروف بفتحة مربعة : كما ورد بالاختبار رقم (٦-٢) بالدليل.

٦ - قضيب الفز : يصنع من قضيب مستقيم من الصلب بمقطع مستعرض قطر ١٦ مم وطول ٦٠٠ مم ونهايتاه نصف كروية.

٧ - ميزان : يزن حتى ٢٥ كجم وبدقة لا تقل عن ١٠ جم .

٨ - قضيب الدمك أو مطرقة الهز أو منضدة الهز : يصنع قضيب الدمك من قضيب حديدي وزنه ١,٨ كجم وبطول ٣٨٠ مم بمقطع مربع طول ضلعه ٢٥ مم أو تستخدم مطرقة هز مناسبة أو منضدة هز مناسبة.

٦-٥-٤ طريقة أخذ العينة

تؤخذ عينة الخرسانة الطازجة طبقاً للخطوات المبينة بالاختبار رقم (٦-١) بالدليل، ويراعى تعيين عامل الدمك بأقصى سرعة ممكنة بعد أخذ العينة.

٦-٥-٥ تجهيز العينة للاختبار

- ١ - تفرغ العينة المحضرة في بند (٦-٥-٤) في الحوض المسطح لتجهيزها للاختبار مع التأكد من ألا يترك ملتصقاً بالوعاء المفرغ منه العينة غير طبقة رقيقة من الأسمنت.
- ٢ - تخلط العينة جيداً بالجاروف لتكون مخروطاً ناقصاً على الحوض المسطح لتجهيز العينات.
- ٣ - تقلب العينة ثانية بالجاروف لتكون مخروطاً ناقصاً جديد وتكرر هذه العملية ثلاث مرات.
- ٤ - يراعى عند عمل المخروط ترسيب كل جاروف من الخرسانة عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزلة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان وحتى لا يتحرك مركز المخروط.

٥ - يسطح المخروط الثالث بالإدخال الرأسي المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماماً من الخرسانة بعد كل مرة.

٦-٥-٦ خطوات الاختبار

٦-٥-٦-١ الطريقة

١ - يجب قبل بدء الاختبار التأكد من أن الأسطح الداخلية لكل من المخروطين الناقصين والأسطوانة نظيفة وناعمة ورطبة بدون بلل زائد. يُوضع إطار الجهاز بحيث يكون غير معرض للاهتزازات أو الصدمات و مترنا مع محور كل من المخروطين والأسطوانة بحيث تقع تلك المحاور على نفس الخط الرأسي.

يغلق بابا المخروطين ثم يوضع مسطرين التسوية فوق الحافة العليا للأسطوانة بحيث تغطيها وذلك لتفادي سقوط بعض الخرسانة أثناء تعبئه المخروط.

٢ - توضع عينة الخرسانة برفق في المخروط العلوي باستعمال الجاروف حتى يمتلئ لمستوى حافته ، تفتح بوابة المخروط العلوي لتسقط الخرسانة داخل المخروط السفلي ، يرفع مسطرين التسوية بمجرد استقرار الخرسانة في المخروط السفلي ، ثم تفتح بوابة المخروط السفلي وتترك الخرسانة لتسقط في الأسطوانة.

يجب ملاحظة أن بعض الخلطات الخرسانية تميل للالتصاق داخل أحد أو كلا المخروطين وعند حدوث ذلك فإنه يمكن مساعدة الخرسانة بدفع قضيب الغز برفق داخل الخرسانة من أعلى حتى يبرز الطرف السفلي للقضيب من قاع المخروط ، وإذا لم يسبب ذلك تحريك الخرسانة برفع القضيب وتكرر هذه العملية حتى تسقط الخرسانة من خلال المخروط. تعد مرات غز الخرسانة حيث يكون ذلك دلالة على درجة تماسك الخرسانة.

٣ - تزال طبقة الخرسانة الزائدة والمتبقية فوق السطح العلوي للأسطوانة وذلك بالإمساك بمسطرين في كل يد على أن يكون سطحهما أفقياً ثم يحركان على التوالي واحداً على كل جانب عبر السطح العلوي للأسطوانة على أن يكونا ضاغطين في نفس الوقت على الحافة العليا للأسطوانة ، وينظف خارج الأسطوانة وتوزن الأسطوانة ومحتوياتها ويطرح وزن الاسطوانة الفارغة ويحسب وزن الخرسانة المدموكة جزئياً لأقرب ١٠ جم في خلال ١٥٠ ثانية من بداية الاختبار.

٤ - تفرغ الخرسانة المدموكة جزئياً من الأسطوانة. ثم يعاد ملء الأسطوانة بالخرسانة من نفس العينة على أن تدمك دمجاً كلياً مع التخلص من الهواء المحصور بقدر الإمكان (بدون تقليل كمية الهواء المحبوس في حالة وجوده) ولكي تدمك الخرسانة دمجاً كاملاً بدون

حدوث انفصال حبيبي زائد أو تواجد زبد الأسمنت على السطح توضع الخرسانة بالجاروف في الاسطوانة على ست طبقات ذات ارتفاعات متساوية تقريباً، ويتم كل طبقة باستخدام قضيب الدمك أو الهزاز بالطريقة الموضحة في البندين (٦-٥-٢) و (٦-٥-٣). ثم تسوى الطبقة العليا بعد الدمك باستخدام مسطرين التسوية ثم تنظف الاسطوانة من الخارج. توزن الاسطوانة ومحتوياتها لأقرب ١٠ جم، ويطرح وزن الاسطوانة الفارغة ويحسب وزن الخرسانة المدموكة دمكاً كلياً ويسجل لأقرب ١٠ جم.

٦-٥-٢-٢ الدمك باستخدام قضيب الدمك

يراعى عند دمك كل طبقة بقضيب الدمك توزيع الضربات بالتساوي على مقطع الاسطوانة مع التأكد من أن قضيب الدمك لم يخترق بقدر ملحوظ أي طبقة سابقة ولم يصطدم بقوة بقاع الاسطوانة عند دمك الطبقة الأولى. وتتوقف عدد الضربات اللازمة للدمك التام لكل طبقة على قوام الخرسانة. ويجب في كل الحالات ألا يقل عدد الضربات عن ٣٠ ضربة لكل طبقة ثم يسجل عدد الضربات.

٦-٥-٣-٣ الدمك باستخدام الهزاز

عند دمك كل طبقة بمطرقة الهز أو منضدة الهز دمكاً كاملاً يكون ذلك في أقل فترة ممكنة، ويجب أن يراعى أن الهز الزائد قد يتسبب في زيادة الانفصال الحبيبي وتكون زبد الأسمنت أو فقد في الهواء المحبوس إن وجد. وتتوقف الفترة المطلوبة للهز على قابلية التشغيل للخرسانة ومدى كفاءة الهزاز. ويجب إيقاف الهز بمجرد ملاحظة النعومة النسبية والمظهر المزجج لسطح الخرسانة. ويسجل زمن الهز.

تتغير قابلية التشغيل للخلطة الخرسانية مع الزمن نتيجة تميؤ الأسمنت (تفاعل الأسمنت مع الماء) وأيضاً احتمال فقد الرطوبة. ويجب لذلك عمل اختبارات على العينات المختلفة عند فترات زمنية موحدة بعد الخلط إذا أريد الحصول على نتائج بغرض المقارنة .

٦-٥-٦ الحساب وصياغة النتائج

يحسب عامل الدمك (F) لأقرب رقمين عشريين كما يلي:

$$F = \frac{W_1}{W_2} \quad (6-5-1)$$

حيث :

 $W_1 =$ وزن الخرسانة المدموكة جزئياً (بالجرام) $W_2 =$ وزن الخرسانة المدموكة كلياً (بالجرام)

٦-٥-٨ التقرير

٦-٥-٨-١ عام

يوضح التقرير أن الاختبار أجرى طبقاً لما ورد في هذا الدليل كما يجب أن يبين إذا كانت هناك شهادة متاحة أو غير متاحة عن تجهيز العينة. فإذا كانت هناك شهادة متاحة فيلزم أن ترفق بالتقرير.

٦-٥-٨-٢ محتويات التقرير

يحتوي تقرير الاختبار على البيانات الآتية:

أ - بيانات ملزمة

يتضمن تقرير الاختبار البيانات التالية :

- تاريخ وزمن الانتهاء ومكان وطريقة تجهيز العينة (عامة أو بديلة) والرقم المميز للعينة.
- وقت ومكان الاختبار.
- نوع الجهاز المستخدم.
- عدد مرات الغز للخرسانة في كل مخروط ناقص.
- قيمة عامل الدمك.
- طريقة الدمك (يدوي أو هز) مع ذكر نوع الجهاز المستخدم وعدد ضربات قضيب الدمك أو زمن الهز.
- اسم القائم بالاختبار.

ب - بيانات اختيارية

يتضمن تقرير الاختبار البيانات التالية عند الطلب:

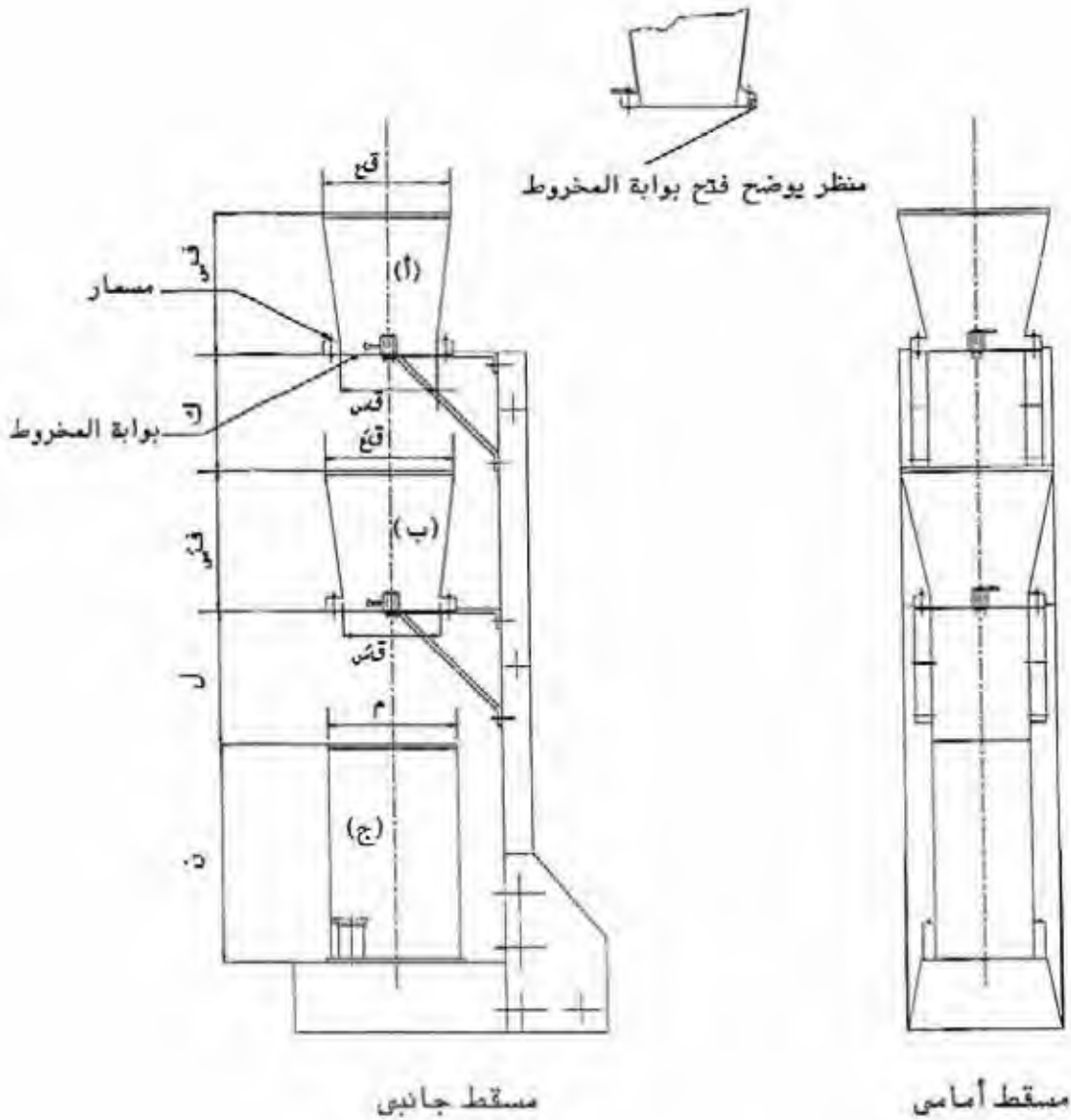
- اسم المشروع ومكان الاستخدام للخرسانة.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ ووقت إنتاج الخرسانة أو التسليم في الموقع.
- مواصفات خلطة الخرسانة (مثل رتبة المقاومة).

٦-٥-٩ المراجع

- اختبار رقم (٦-١) : طريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- اختبار رقم (٦-٢) : طريقة تعيين الهبوط للخرسانة الطازجة.
- BS 1881 : Part 103 : 1993 " Method for determination of compaction factor "

جدول (٦-٥-١) المقاسات الأساسية لجهاز عامل الدمك

المقاس (مم)	البيانات
	المخروط الناقص العلوي (أ)
2 ± 260	(ق ع) القطر العلوي الداخلي
2 ± 130	(ق س) القطر السفلي الداخلي
2 ± 280	(ف س) الارتفاع الداخلي
	المخروط الناقص السفلي (ب)
2 ± 240	(ق ع) القطر العلوي الداخلي
2 ± 130	(ق س) القطر السفلي الداخلي
2 ± 240	(ف س) الارتفاع الداخلي
5 ± 200	(ك) المسافة بين قاع المخروط الناقص العلوي أ وقمة المخروط الناقص السفلي ب
5 ± 200	(ل) المسافة بين قاع المخروط الناقص السفلي ب وقمة الاسطوانة ج
	الأسطوانة (ج)
1 ± 150	(د) القطر الداخلي
1 ± 280	(ن) الارتفاع الداخلي
20	(س) نصف قطر الدوران بين جدار الأسطوانة وقاعدتها



شكل (١-٥-٦) جهاز عامل الدمك للخرسانة الطازجة

يرجع للجدول (٥-٦) الخاص بالمقاسات الأساسية

٦-٦ اختبار تحديد محتوى الهواء للخرسانة الطازجة بالطريقة الحجمية

Test Method for Determination of Air Content of Concrete Using Volumetric Method

٦-٦-١ عام

يجرى هذا الاختبار لتحديد كمية الهواء بالخرسانة الطازجة المحتوية على أي نوع من الركام سواء الثقيل أو الخفيف ويستخدم للخرسانة المحتوية على إضافات ومواد إحلالية للأسمنت (مثل غبار السيليكا و الرماد المتطاير) أو بدونها.

٦-٦-٢ الهدف

يجرى هذا الاختبار لدراسة محتوى الهواء المحصور و المحجوز بالخرسانة الطازجة خاصة في حالة استعمال إضافات لهذا الهدف. يمكن أيضا باستخدام هذا الاختبار تقدير كمية المواد التي تنتج مترا مكعبا من الخرسانة الطازجة.

٦-٦-٣ الأجهزة

١ - عداد هوائي : يتكون العداد الهوائي من القدح وقطاع علوي (كما هو موضح بالشكل (٦-٦-١)). ويستوفي المتطلبات الآتية:

٢ - القدح : يجب أن يكون من معدن لا تتفاعل مكوناته مع العجينة الأسمنتية وان يكون الجدار قويا ليتحمل الاستخدامات الحقلية و المعملية.

٣ - القطاع العلوي : يجب أن يكون من معدن لا تتفاعل مكوناته مع عجينة الأسمنت وأن يكون الجدار بسبك يتحمل الاستخدامات الحقلية والمعملية وأن يسع أكثر من ٢٠ % من حجم القدح ويجب أن يكون مجهزة للتثبيت بالقدح ويكون التثبيت محكما ويحتوي القطاع العلوي على أنبوبة مدرجة أو رقبة بلاستيكية مدرجة وشفافة ولا يزيد التدرج عن ٠,٥ % من حجم القدح ويبدأ من صفر من أعلى حتى ٩ % . وتكون الدقة في حدود ٠,١٠ % من حجم القدح . ويجب التأكد من أن يكون الجزء المدرج مثبتا بإحكام في القطاع العلوي.

٤ - القمع : قمع معدني بفتحة صنبورية تسمح بدخول الرقبة التي تعلو القطاع العلوي ويجب أن يكون بطول كاف ليصل لنقطة فوق القطاع العلوي بالضبط . و يصنع طرف القمع بطريقة لا تسبب أي خلخلة بالخرسانة عند نزول الماء من القمع.

٥ - قضيب الغز : يصنع من قضيب مستقيم من الصلب بمقطع مستعرض قطر ١٦ مم وطول ٣٠٠ مم ونهاية شبه كروية .

٦ - قضيب التسوية : قضيب معدني مسطح وقطاعه ٣ × ٢٠ مم وطوله ٣٠٠ مم

٧ - كوب القياس : كوب معدني يسع 1.03 ± 0.04 % من حجم القدح الخاص بالعداد الهوائي

٨ - سرنجة : سرنجة بلاستيكية ذات سعة أكبر من سعة كوب القياس.

٩ - وعاء تفريغ : وعاء تفريغ من الزجاج أو المعدن ذو سعة ١ لتر تقريبا.

١٠ - مسطرين تسوية

١١ - مغرفة

١٢ - كحول الأيزوبروبيل : يستخدم بتركيز ٧٠ % .

١٣ - مطرقة من المطاط : تزن ٥٧٠ جم تقريبا.

٦-٦-٤ المعايير

أ - يجب معايرة حجم القدح الخاص بالعداد الهوائي بالمتري المكعب عن طريق تحديد الوزن اللازم لملئته في درجة حرارة الغرفة مقسوما على وحدة الوزن للماء في نفس درجة حرارة الغرفة.

ب - يجب أن يتم تحديد دقة التدرج الخاص بالرقبة الموجودة بالقطاع العلوي للعداد الهوائي ، وذلك عن طريق ملء القدح والقطاع العلوي بالماء حتى مستوى معروف لأي نسبة هواء. يضاف كمية من الماء إلى الماء الموجود بالقدح بنسبة ١ % من حجم القدح ويكون التدرج صحيحاً إذا ارتفع الماء بكمية تكافئ ١ % من الهواء.

٦-٦-٥ العينات

تؤخذ العينات من الخرسانة الطازجة طبقاً للاختبار رقم (٦-١) بالدليل ، ويجب أن يكون الركام المستواجد بالخرسانة ذا مقاس اعتباري أقل من ٣٧,٥ مم. وفي حالة تواجد ركام ذي مقاس اعتباري أكبر من ٣٧,٥ مم تتخذ العينة على منخل ٢٥ مم ، بشرط الحصول على عينة كافية لملء القدح وعدم مسح المونة من الركام المتبقي على المناخل.

٦-٦-٦ خطوات الاختبار

١ - مرحلة الدمك

يملأ القدح بالخرسانة الطازجة على ثلاث طبقات متساوية العمق وتدمك كل طبقة بقضيب الدمك ٢٥ مرة. ويدق على جانب القدح بالمطرقة عند الانتهاء من دمك كل طبقة مع مراعاة أن يكون الطرق بعناية للتخلص من فقاعات الهواء المحبوسة.

٢ - مرحلة التسوية

تسوى الطبقة الثالثة وتزال الخرسانة الزائدة بواسطة قضيب التسوية.

٣ - مرحلة إضافة الماء

يثبت القطاع العلوي فوق القدح ويضاف الماء بواسطة القمع حتى يظهر بالرقبة. يرفع القمع بعد ذلك ويضبط منسوب الماء حتى علامة الصفر بواسطة السرنجة.

٤ - مرحلة الهز

تقلب كل وحدة القياس مع عمل هزات حتى تبتعد الخرسانة من قاعدة القدح وترفع الوحدة مرة ثانية وتلف عدة مرات حتى زوال الهواء المحبوس بالخرسانة. تعاد الخطوات السابقة حتى يستقر ارتفاع عمود الماء المتواجد بالأنبوبة المدرجة.

٥ - طرد الفقاع

بعد التأكد من التخلص من الهواء المحبوس المتواجد بالخرسانة يضاف ١ سم^٣ من كحول الأيزوبروبيل بواسطة السرنجة للتخلص من الفقاعات المتواجدة فوق سطح الماء.

٦ - القراءة :

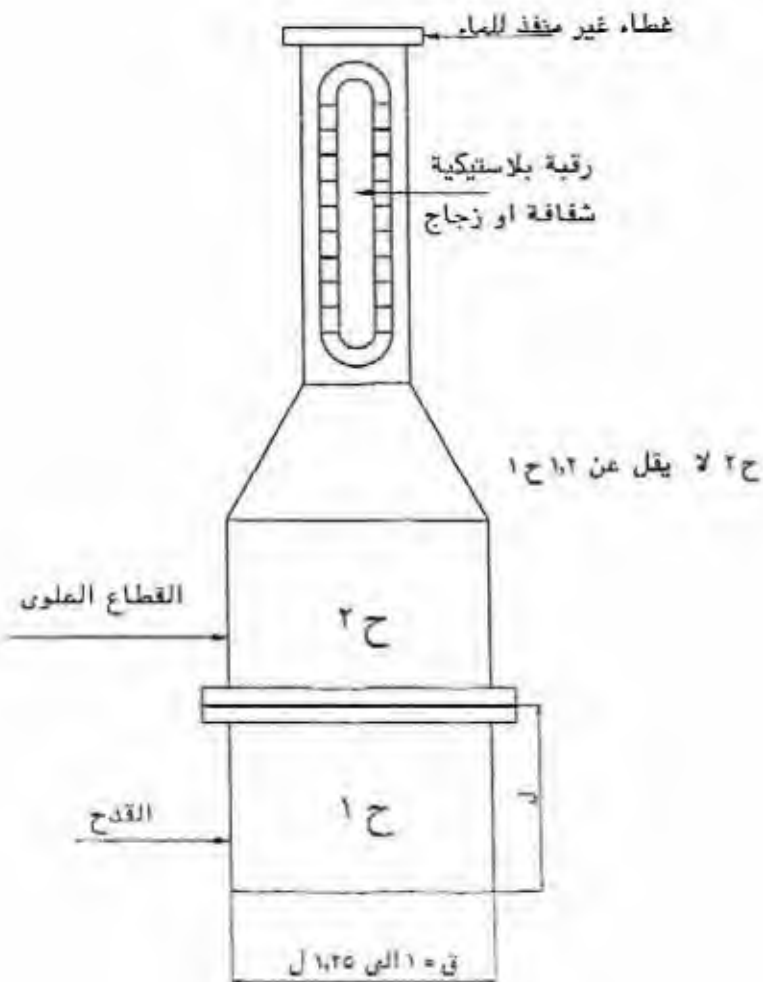
يقرأ ارتفاع السائل المتواجد بالأنبوبة المدرجة وتكون القراءة لأقرب ٠.٠١ % .

٦-٦-٧ النتائج

تحتسب نسبة الهواء بالخرسانة بإضافة القراءة في الخطوة (٦-٦-٦-٦) إلى كمية الكحول المضاف في الخطوة (٥-٦-٦-٦).

٦-٦-٨ المراجع

- اختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- ASTM C 173 - 94 " Test for air content of freshly mixed concrete by the volumetric Method "



شكل (٦-٦-١) العداد الخاص لتحديد محتوى الهواء بالطريقة الحجمية

٧-٦ اختبار تحديد محتوى الهواء للخرسانة الطازجة بطريقة الضغط

Test Method for Determination of Air Content of Fresh Concrete by Pressure Method

١-٧-٦ عام

يختص هذا الاختبار بوصف طريقة تعيين كمية الهواء بالخرسانة الطازجة عن طريق ملاحظة التغير في حجم الخرسانة تحت تأثير الضغط. تستخدم هذه الطريقة على الخرسانة المحتوية على ركام عادي أو ثقيل. ويجب عدم استخدامها للخرسانات المحتوية على ركام خفيف أو ركام مصنع من الطوب أو الركام ذي المسامية العالية. وفي هذه الحالة يجب تعيين كمية الهواء بالطريقة الحجمية.

٢-٧-٦ الهدف

يستخدم هذا الاختبار لحساب كمية الهواء المحصور و المحبوز في الخرسانة الطازجة و التي تمثل الهواء المتواجد بالخرسانة فقط ، دون الهواء المتواجد بالركام، ولهذا السبب تستخدم للخرسانة المحتوية على ركام ذي كثافة عالية ومسامية صغيرة جدا . أما بالنسبة لكمية الهواء الموجودة بالخرسانة المتصلدة فقد تكون أكثر أو أقل من الكمية المحسوبة بهذه الطريقة حيث أن كمية الهواء المحسوبة تعتمد على الطريقة المستخدمة و أسلوب الدمك.

٣-٧-٦ الأجهزة

١ - العداد الهوائي : يوجد نوعان من العدادات الهوائية (العداد أ والعداد ب) كما هو موضح بالاشكال (١-٧-٦) و (٢-٧-٦) بالترتيب.

- العداد (أ) : يتكون من قذح للقياس وغطاء للقذح. والفكرة الرئيسية لعمل هذا العداد هو قياس الانخفاض الذي يحدث في ارتفاع معلوم لعمود من الماء بعد تعرضه لضغط هواء معين وبالتالي يحدد حجم الهواء المحصور بالخرسانة.

- العداد (ب) : يتكون من قذح للقياس وغطاء للقذح كما هو موضح بالشكل (٢-٧-٦). وتعتمد فكرة العمل على مساواة حجم معروف من الهواء عند ضغط معروف في غرفة هواء محكمة بحجم غير معروف من الهواء المتواجد بالخرسانة . الضغط المستخدم الكافي في حدود ٥١ إلى ٢٠٧ كيلو باسكال.

٢ - قدح القياس : يجب أن يكون قدح القياس أسطوانى الشكل مصنوعاً من الحديد أو أي معدن قوى لا يصدأ و لا يتأثر بعجينة الأسمنت وقطره لا يقل عن ثلاثة أرباع إلى مرة وربع ارتفاعه وسعته لا تقل عن ٠,٠٠٦ م^٢. ويجب أن تكون له شفة يرتكز عليها الغطاء ويكون محكماً لمنع تسرب الضغط كما يجب أن يكون قدح القياس وغطاؤه مصنوعين من مادة قوية لتتحمل التمدد.

٣ - الغطاء : ويجب أن يراعى فيه الآتى :

- أن يصنع الغطاء من الصلب أو معدن قوى لا يصدأ و لا يتأثر بعجينة الأسمنت ويجب أن تكون له شفة مثل قدح القياس.

- توصيل الغطاء بمقياس لتحديد محتوى الهواء بالخرسانة. الغطاء المخصص للعداد (أ) يحتوى على أنبوبة يمكن أن تكون شفافة ومدرجة.

- أن يحتوى الغطاء على صمامات هواء وصمامات لتسريب الهواء.

٤ - إناء المعايرة : مقياس له حجم داخلى يساوى نسبة مئوية من حجم قدح القياس. ويكون على شكل أسطوانى (قطره ١٣ مم) .

٥ - أنبوبة رشاشة (بخاخة) : أنبوبة من الرصاص تستخدم كجزء من الغطاء للعداد الهوائى لرش الماء على جدران القدح لمنع تلاصق الخرسانة بجدران قدح القياس.

٦ - مسطرين

٧ - قضيب الغز

٨ - مطرقة : مطرقة من المطاط وزن ٥٧٠ جم تقريباً.

٩ - قضيب تسوية : قضيب من الحديد مستوى

١٠ - قمع

١١ - إناء للماء : لوضع الماء فوق الخرسانة حتى العلامة الصفرة فى الأنبوبة المدرجة.

١٢ - هزاز

١٣ - منخل ٣٧,٥ مم

٦-٧-٤ العينات

تحضر عينات الخرسانة الطازجة للاختبار طبقا للاختبار رقم (٦-١) بالدليل. وفي حالة تواجد ركام ذى مقياس أكبر من ٥٠ مم بالخرسانة تؤخذ عينة كافية من الخرسانة المارة على منخل ٣٧,٥ مم.

٦-٧-٥ معايرة الأجهزة

يجب إجراء المعايرة للأجهزة المستخدمة كما يلي :

أ - معايرة إناء المعايرة

يحدد وزن الماء اللازم لملء إناء المعايرة (W_1) مستخدما ميزان بدقة ٠,١٠ ٪ من وزن الماء وتجرى هذه الخطوات للعداد (أ) والعداد (ب).

ب - معايرة قديم القياسات

يحدد وزن القديم المملوء بالماء (W_2) بدقة ٠,١٠ ٪ وذلك بعد وضع لوح زجاج فوق القديم المملوء بالماء ويثبت اللوح الزجاجي فوق شفة القديم بواسطة شحم . وتجرى هذه الخطوة سواء للعداد (أ) والعداد (ب).

ج - تحديد الحجم الصافي لوعاء المعايرة (V_{cal})

يمثل حجم وعاء المعايرة كنسبة من حجم القديم كما يلي:

$$V_{cal} = 0.98 \times \frac{W_1}{W_2} \quad \text{Gauge (A)} \quad (6-7-1)$$

$$V_{cal} = \frac{W_1}{W_2} \quad \text{Gauge (B)} \quad (6-7-2)$$

د - تحديد أو التأكد من معامل التمدد (e).

- يحدد معامل التمدد للعداد (أ) عن طريق ملء الجهاز بالماء فقط حتى مستوى صفر في الأنبوبة المدرجة ثم يطبق ضغط (P) مقداره ١٣٨٠ باسكال تقريبا . وكنتيجة للضغط المؤثر سينخفض عمود الماء بمقدار يكافئ معامل التمدد (e) للأجهزة المستخدمة.

- يحدد معامل التمدد للعداد (ب) عن طريق تحديد الفرق بين الضغط الابتدائي المبين على عداد الضغط والضغط المقابل عند علامة صفر في عداد الضغط.

هـ - قراءة المعايرة (R)

هي القراءة عندما يكون تشغيل العداد عند الضغط الصحيح للمعايرة وتحدد للعداد (أ) كما يلي:

$$R = V_{cal} + e \quad (6-7-3)$$

حيث أنه قد تم تحديد V_{cal} و e في الخطوات (جـ) و (د) وتحدد قراءة المعايرة للعداد (ب) كما يلي:

$$R = V_{cal} \quad (6-7-4)$$

٦-٧-٦ تحديد معامل التصحيح للركام

- ١ - يحدد معامل التصحيح للركام الصغير والكبير منفصلين كما يلي عن طريق تطبيق ضغط المعايرة على عينات الركام سواء الكبير أو الصغير .
- ٢ - يحدد وزن الركام الصغير والكبير الموجود في عينة الخرسانة الطازجة المطلوب تحديد محتواها الهوائي كما يلي:

$$W_f = W_{ft} \times \frac{V_s}{V} \quad (6-7-5)$$

$$W_c = W_{ct} \times \frac{V_s}{V} \quad (6-7-6)$$

حيث :

W_f = وزن الركام الصغير (الناعم) بالخرسانة المختبرة (كجم)

W_c = وزن الركام الكبير بالخرسانة المختبرة (كجم)

V_s = حجم عينة الخرسانة (تساوى حجم قذح القياس) (م^٣)

V = حجم الخرسانة بكل رسالة (م^٣)

W_{ft} = الوزن الكلى للركام الناعم في حالة الرطوبة الموجودة بالرسالة (كجم)

W_{ct} = الوزن الكلى للركام الكبير في حالة الرطوبة الموجودة بالرسالة (كجم)

- ٣ - تخلط العينات الممثلة من الركام الصغير (W_f) والركام الكبير (W_c) وتوضع في قذح القياس المملوء حتى ثلثه بالماء. ويوضع الركام المخلوط تدريجياً مع الطرق الخفيف لضمان التخلص من الهواء المحبوس والفقاعات.

- ٤ - بعد التخلص من الهواء المحبوس والفقاعات يجرى الاختبار كما هو موضح في بند (٦-٧-٦-٢) في حالة استخدام العداد (أ)، وكما هو موضح في بند (٦-٧-٦-٣) في حالة استخدام العداد (ب).

٥ - فى حالة استخدام العداد (أ) يكون معامل التصحيح (C_f) مساوياً للفرق بين ارتفاعى الماء بالجهاز قبل وبعد التأثير عليه بالضغط (P) كما هو موضح بخطوات التجربة بند (٦-٧-٧-٢) والمعادلة رقم (٦-٧-٧) وشكل رقم (٦-٧-١). أما فى حالة استخدام العداد (ب) فيجب إزالة كمية من الماء تساوى تقريباً حجم الهواء المتوقع وجوده فى عينة الخرسانة المختبرة، ثم يتم استكمال خطوات التجربة كما هو موضح فى بند (٦-٧-٧-٣) فى هذه الحالة يكون معامل التصحيح للركام (C_f) مساوياً قراءة عداد الضغط بعد التجربة بعد طرح حجم الماء المحسوب من القدح كنسبة مئوية من حجم القدح.

٦-٧-٧ الإجراءات

٦-٧-٧-١ صب ودمك العينة

١ - توضع العينات الخرسانية بالقدح على ثلاث طبقات متساوية ودمك كل طبقة إما بقضيب الغرز كما هو موضح بالخطوة (٢) أو بواسطة الهز كما هو موضح بالخطوة رقم (٣)، مع مراعاة أن الدمك بواسطة الهز لا يستخدم فى حالة زيادة الهبوط عن ٧٦ مم.

٢ - الدمك بواسطة قضيب الغرز: توضع العينات الخرسانية بقدح القياس على ثلاث طبقات متساوية و تدمك كل طبقة بواسطة قضيب الغرز ٢٥ مرة موزعة على مسطح الطبقة المراد دمكها. ويجب الطرق على أحرف القدح بواسطة مطرقة للتخلص من فقاعات الهواء والتخلص من الفراغات المتولدة بسبب الغرز.

٣ - الدمك بواسطة الهز: توضع العينة الخرسانية بالقدح على طبقتين ثم تدمك الخرسانة بواسطة قضيب الهز، ويجب وضع قضيب الهز فى مناطق مختلفة من الطبقة لضمان الدمك الجيد مع مراعاة عدم زيادة الهز، حيث أن ذلك قد يؤدي إلى حدوث نضح وانفصال حبيبي لمكونات الخرسانة. وتوقف مدة الهز على نوعية وقابلية التشغيل للخرسانة المختبرة.

٤ - التسوية: يسوى السطح النهائي للخرسانة بواسطة قضيب التسوية عن طريق تحريك قضيب التسوية على شفة القدح والعينة الخرسانية وتزال الأجزاء الزائدة (عن شفة القدح) من الخرسانة الموجودة بالقدح. ويمكن وضع كمية صغيرة من الخرسانة للسطح المستوى فى حالة الحاجة إلى ذلك ويسوى السطح بعد ذلك بواسطة المسطرين.

٦-٧-٧-٢ الخطوات في حالة استخدام العداد (أ)

١ - التجهيز للاختبار : يجب تنظيف شفة القدح والغطاء جيدا بحيث يكون قدح القياس والغطاء محكمين جيدا بعد التثبيت. يملأ الجهاز بالماء حتى منتصف تدريج الأنبوبة المدرجة تقريبا ثم يميل الجهاز بزاوية ٣٠ درجة على المحور الرأسي ويترك على الجهاز للتخلص من الهواء المحبوس فوق سطح الخرسانة ويعاد الجهاز بعد ذلك لوضعه الرأسي. يملأ الجهاز بالماء حتى يصل لمنسوب الصفر أو أعلى قليلاً في الأنبوبة المدرجة ثم يضبط بعد ذلك منسوب الماء ليكون عند العلامة الصفر في الأنبوبة المدرجة.

٢ - خطوات التجربة : يتم التأثير بضغط يزيد على الضغط المرغوب (P) بمقدار ١٣٨٠ باسكال تقريبا على الخرسانة بواسطة مضخة يدوية مع الطرق على الجهاز حتى يستقر الضغط عند القيمة (P). تسجل قراءة ارتفاع عمود الماء بالأنبوبة المدرجة عند ذلك (H₁)، ثم يخفض الضغط تدريجيا حتى يصل صفر خلال دقيقة عن طريق فتح السدادة العلوية للجهاز ويقرأ عند ذلك ارتفاع عمود الماء بالأنبوبة المدرجة (H₂) وتحسب كمية الهواء الظاهرية كما يلي:

$$\Lambda_{ap} = H_1 - H_2 \quad (6-7-7)$$

حيث :

Λ_{ap} = كمية الهواء الظاهري

H_1 = ارتفاع عمود الماء بالأنبوبة المدرجة عند تطبيق الضغط (P)

H_2 = ارتفاع عمود الماء بالأنبوبة المدرجة عند الضغط يساوي صفر

٣ - التأكيد : تعاد الخطوة السابقة بدون إضافة الماء لتحقيق منسوب الماء عند مستوى الصفر في الأنبوبة المدرجة والفرق بين القيمتين (المحددة من الخطوة السابقة وهذه الخطوة) يجب أن يكون في حدود ٠,٢٠ % ومتوسطهما (X_m) يستخدم في حساب كمية الهواء طبقا للبند (٦-٧-٨).

٤ - في حالة زيادة نسبة الهواء عن حدود التدرج تخفض قيمة الضغط (P) إلى القيمة (P₁) وتحسب كما يلي:

$$P_1 = \frac{P_a \times P}{2 \times P_a + P} \quad (6-7-8)$$

حيث :

P_1 = ضغط الاختبار البديل (كيلو باسكال)

P_a = الضغط الجوي (كيلو باسكال)

٦-٧-٣ الخطوات باستخدام العداد (ب)

١ - التجهيز للاختبار

تنظف شفة قدح القياس والغطاء جيداً ضماناً لعدم تسرب الضغط عند التشغيل ثم يغلق صمام الهواء الموجود بين غرفة الهواء وقدح القياس. تفتح فتحتا الماء الموجودتان بغطاء الجهاز ثم يملأ القدح بالماء عن طريق إحدى الفتحتين حتى يمتلئ القدح تماماً ويبدأ الماء في الخروج من الفتحة الثانية مع مراعاة الرج الخفيف للتأكد من التخلص من الهواء الموجود بالفتحات الموجودة بالغطاء .

٢ - خطوات التجربة

- يغلق صمام تسريب الهواء في غرفة الهواء ثم يفتح الهواء بداخل غرفة الهواء حتى تصل قراءة العداد إلى خط الضغط الابتدائي.
- يبرد الهواء المضغوط بتركه ثواني حتى تصل درجة الحرارة إلى معدلها الطبيعي (درجة حرارة المعمل).
- يثبت العداد اليدوي عند خط الضغط الابتدائي عن طريق ضخ أو تسريب الهواء عند الضرورة .
- تغلق فتحتا الماء الموجودتان بالغطاء ويفتح صمام الهواء الذي بين قدح القياس وغرفة الهواء.
- يطرق على جوانب قدح القياس بشدة ليتوزع الضغط بانتظام داخل العينة ويطرق بلطف على عداد الهواء ثم تقرأ قيمة الضغط بالعداد .

٦-٧-٨ الحسابات

- ١ - تحدد كمية الهواء بالعينة المختبرة (A) كما يلي:

$$A = A_{ap} - C_f \quad (6-7-9)$$

حيث :

A_{ap} = كمية الهواء الظاهري بالعينة باستخدام المعادلة (٦-٧-٧)

C_f = معامل التصحيح للركام كما بالبند (٦-٧-٦-٥)

٢ - تحسب كمية الهواء بالخليط الكلى (A_c) عندما تحتوى عينة الخرسانة على ركام ذى مَاس اعتبَارِي أكبر من ٣٧,٥ مم حيث يتم فصله عن طريق نخل الخرسانة على منخل ٣٧,٥ مم ويحسب كما يلي:

$$A_c = \frac{(100 \times A \times V)}{[100 \times V' - A \times V_g]} \quad (6-7-10)$$

حيث :

V = الحجم المطلق لمكونات الخليط المارة من المنخل ٣٧,٥ مم كما حددت فى وزن الرسالة الأولى (م^٣)
 V' = الحجم المطلق لكل مكونات الخليط (م^٣)
 V_g = الحجم المطلق للركام الذى مَاسه الاعتبَارِي الأكبر أكثر من ٣٧,٥ مم (م^٣)

٣ - يمكن حساب كمية الهواء بالمونة الموجودة بالعينة الخرسانية (A_m) كما يلي:

$$A_m = \frac{(100 \times A \times V)}{[100 \times V_m + A \times (V - V_m)]} \quad (6-7-11)$$

حيث :

V_m = الحجم المطلق لمكونات المونة بالخليط (م^٣)

٦-٧-٩ النتائج وحدود القبول والرفض

تستخدم نتائج الاختبار لإجراء مقارنة بين الخرسانة ذات المكونات المختلفة ولمعرفة كمية الهواء المتواجدة بالخرسانة التى قد يكون لها تأثير على نيمومتها وفيما يلى قيم إسترشادية لمتوسط محتوى الهواء المحبوس بالحجم للخلطة الخرسانية الطازجة وقت صب الخرسانة :

- ٧ % عند استخدام الركام بمَاس اعتبَارِي أكبر من ١٠ مم
- ٦ % عند استخدام الركام بمَاس اعتبَارِي أكبر من ١٥ مم
- ٥ % عند استخدام الركام بمَاس اعتبَارِي أكبر من ٢٠ مم
- ٤ % عند استخدام الركام بمَاس اعتبَارِي أكبر من ٤٠ مم

٦-٧-١٠ التقرير

٦-٧-١٠-١ عام

يجب أن يوضح التقرير أن الاختبار قد أجرى طبقا لهذه الطريقة كما يجب أن يبين إذا كانت هناك شهادة متاحة لتجهيز العينة أو خلاف ذلك. فإذا كانت هناك شهادة متاحة فيلزم أن ترفق بالتقرير.

٦-٧-١٠-٢ محتويات التقرير

يجب أن يحتوى تقرير الاختبار على البيانات الآتية:

أ - بيانات ملزمة

- تاريخ وزمن الانتهاء وطريقة تجهيز العينة والرقم المميز للعينة .
- وقت ومكان الاختبار .
- الطريقة المستخدمة في الدمك وعدد ضربات قضيب الغر .
- الطريقة المستخدمة في تحديد كمية الهواء .
- كمية الهواء بالخليط والمونة والعينة المختبرة .
- اسم القائم بالاختبار .
- اسم المشروع ومكان الإستخدام للخرسانة .

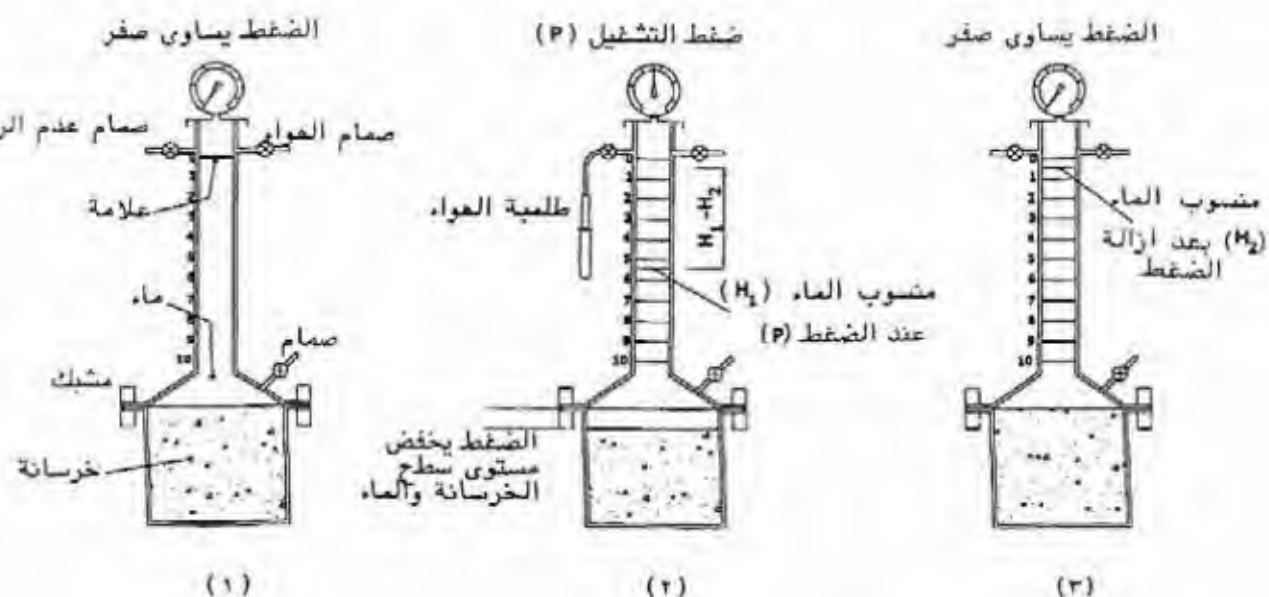
ب - بيانات اختيارية

يتضمن تقرير الاختبار البيانات التالية عند الطلب:

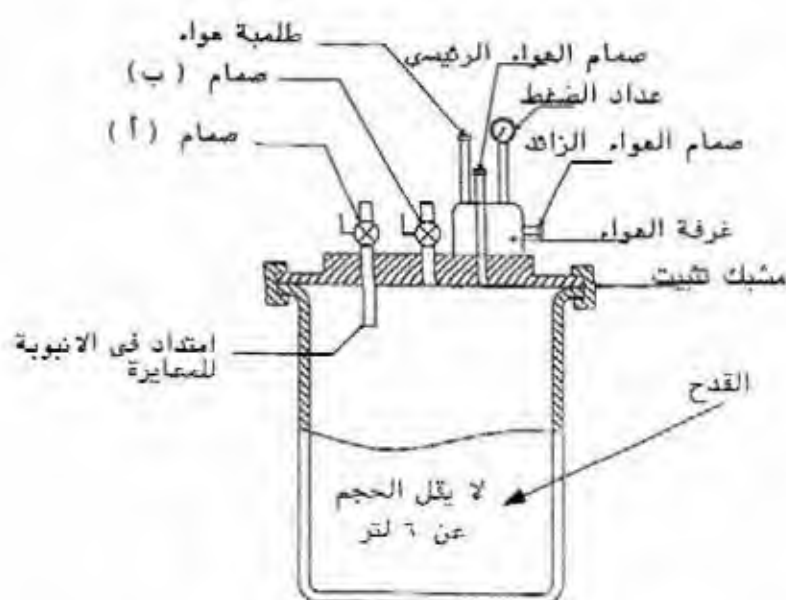
- اسم المورد ومصدر الخرسانة .
- تاريخ ووقت إنتاج الخرسانة أو التسليم بالموقع .
- مواصفات الخلطة الخرسانية .

٦-٧-١١ المراجع

- الاختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع ،
- ASTM C 231 - 91b * Test for air content of freshly mixed concrete by the pressure method *



شكل (٦-٧-١) جهاز قياس الهواء بطريقة الضغط - العداد (أ)



شكل (٦-٧-٢) جهاز قياس الهواء بطريقة الضغط - العداد (ب)

٨-٦ اختبار تحديد كمية ماء النضج بالخرسانة الطازجة Test to Measure Bleeding Water in Fresh Concrete

٨-٦-١ عام

يختص هذا الاختبار بتعيين كمية المياه النسبية المنضوحة من عينة الخرسانة الطازجة. وتطبق على الخرسانة العادية والخرسانة ذات الهواء المحبوس والخرسانة المضاف إليها إضافات أو مواد إحلالية للأسممت والخرسانة المصنعة من الركام الخفيف والعادي والثقيل. هذا الاختبار يمكن استخدامه للخرسانة التي تحتوي على ركام ذي مقاس اعتباري ٤٠ مم أو أقل وفي حالة الخرسانة التي تحتوي على ركام ذي مقاس اعتباري أكثر من ٤٠ مم تتخل الخرسانة على منخل ٤٠ مم وهي طازجة ويجرى الاختبار على الجزء المار.

٨-٦-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار الي تحديد تأثير التغيرات المختلفة في مكونات الخلطة الخرسانية والظروف المحيطة بها أو المتغيرات الأخرى على ظاهرة النضج بالخرسانة الطازجة. يتم في هذا الاختبار تعيين كمية المياه النسبية المنضوحة من الخرسانة بطريقتين تختلفان أساسا في طريقة هز العينات الخرسانية وبالتالي لا يتوقع أن تتساوى النتائج في الطريقتين للخرسانة من نفس الخلطة . ويتوقف اختيار إحدى الطريقتين على أسلوب الدمك المتوقع. فالطريقة الأولى للعينات المدموكة بواسطة قضيب الدمك فقط دون إحداث أي تغيير بالعينة بعد الدمك (أي عدم دمكها مرة ثانية بعد الصب). والطريقة الثانية تجرى على العينات المدموكة بالهز ، وتختبر وهي ممثلة للخرسانة التي تعرض للهز بعد صبها.

٨-٦-٣ الطريقة الأولى : العينات المدموكة بواسطة قضيب الدمك

٨-٦-٣-١ الأجهزة

١ - إناء أسطوانى : إناء أسطوانى سعته ١٤ لتر ، قطره الداخلى 250 ± 6 مم والارتفاع الداخلى $280 + 6$ مم والإناء يجب أن يتراوح سمكه يتراوح بين ٣,٠٠ حتى ٣,٥٠ مم و يجب أن يكون الإناء مصنعا من مادة لا تصدأ (شكل ٨-٦-١).

٢ - ميزان : كافى لتحديد الكتلة بدقة ٠,٥ % .

٣ - سحاحة ماء أو ما يماثلها : لسحب المياه الحرة من فوق سطح العينة المختبرة.

٤ - أنبوبة اختبار مدرجة سعة ١٠٠ سم^٣ : لتجميع وقياس كمية الماء المسحوبة من على سطح العينة.

٥ - قضيب الدمك : يصنع من قضيب مستقيم من الصلب بمقطع مستعرض قطر ١٦ مم وطول ٦٠٠ مم ونهايته شبه كروية.

٦ - مسطرين

٧ - سخان كهربائي

٨ - ميزان حساس دقة ١ جم

٦-٨-٣-٢ العينات

تؤخذ العينات وتجهز تبعاً للاختبار رقم (٦-١) بالدليل.

٦-٨-٣-٣ الخطوات

١ - يملأ الإناء الأسطواني بالخرسانة المراد اختبارها بكامل ارتفاعه ثم يسوى المسطح العلوي للخرسانة بمسطرين مع مراعاة أن تكون التسوية في الحدود الأدنى وأن تكون درجة الحرارة المحيطة تتراوح بين ١٨ - ٢٤°م.

٢ - يسجل الوقت وكتلة الإناء الأسطواني ومحتواه الخرساني فور التسوية مباشرة.

٣ - يوضع الإناء الأسطواني طوال فترة الاختبار ويرفع فقط في مرحلة سحب مياه النضج.

٤ - تسحب مياه النضج كل عشر دقائق في فترة الأربعين دقيقة الأولى ثم كل ثلاثين دقيقة بعد ذلك حتى يتوقف نضج الخرسانة. وفي كل مرة يوضع ماء النضج في أنبوبة الاختبار المدرجة وتسجل كمية المياه المسحوبة المتراكمة في الأنبوبة بعد كل مرة سحب. ويمكن التوقف عن سحب الماء بعد تجميع كمية الماء المرغوبة والمحددة مسبقاً من قبل الاستشاري بعد تسجيل الزمن اللازم للتجميع في حالة طلبها بواسطة المسئول وبالتالي يمكن عدم تكملة وقت الاختبار الكلي ، يمكن أيضاً تجميع المياه المنضوحة بعد وضع الإناء الأسطواني بميل خفيف بشرط ألا يسبب ميل الإناء أي زيادة في كمية الماء.

٥ - يمكن تحديد وزن الماء الصافي في كمية الماء المنضوح وتحديد المواد الأخرى غير الماء بعينة الماء المنضوح عن طريق وضع عينة الماء المنضوحة في قَدَح معروف وزنه ثم يوضع القَدَح فوق اللوح الكهربائي الساخن حتى يستقر وزن القَدَح ومحتوياته والفرق في وزن القَدَح ومحتوياته قبل وضعه على اللوح الكهربائي الساخن ووزنه الثابت بعد تبخر الماء وثبات وزن القَدَح يكون معياراً عن وزن الماء بالعينة المجمعة (W_1)

٦-٨-٣-٤ الحسابات

١ - يحسب حجم ماء النضج (V) / مساحة السطح كما يلي :

$$V = \frac{V_1}{A} \quad (6-8-1)$$

حيث :

 V_1 = حجم الماء المجمع عند أي زمن (سم^٣)A = مساحة الخرسانة المعرضة (سم^٢)

ويحدد معدل النضج بمقارنة حجم الماء المنضوح لكل مرحلة زمنية متساوية.

٢ - يحسب وزن ماء النضج المتجمع كنسبة من وزن الماء الصافي الموجودة بعينة الاختبار

$$W_2 = \frac{W_3}{W_4} \times W_5 \quad (6-8-2)$$

$$B = \frac{W_1}{W_2} \times 100 \quad (6-8-3)$$

حيث :

 W_1 - وزن ماء النضج (جم) أو الحجم الكلي المسحوب من عينة الاختبار (سم^٣)مضروباً في ١ جم / مل^٣ W_2 = وزن الماء في عينة الاختبار (جم) W_3 - وزن الماء الصافي بالخلطه (وزن الماء الكلي - الوزن الممتص بالركام) (كجم) . W_4 = الوزن الكلي للخلطه (كجم) W_5 = وزن عينة الاختبار (جم).

B = النسبة المئوية للنضج

٦-٨-٤ الطريقة الثانية : العينات المدموكة بالهز

٦-٨-٤-١ الأجهزة

١ - منضدة الاهتزاز : يجب توافرها حيث يوضع الإناء المملوء بالخرسانة الطازجة

فوقها ويجب أن تكون المنضدة مجهزة بألة مناسبة لضمان هزات متتالية خلال فترات

وترددات محددة (شكل ٦-٨-٢).

٢ - آلة توقيت : لتنظيم فترات الهز ودورة الهز.

٣ - إناء مخروطي : من الصلب قطر ٢٩٠ مم من القمة و ٢٨٠ مم من اسفل ، ٢٨٠ مم

ارتفاع ، ويجب توفر غطاء لهذا الإناء.

٤ - بقية الأجهزة مماثلة للأجهزة المعطاة في (٦-٨-٣-١).

٦-٨-٤-٢ العينات

تجهز العينات كما هو موضح بالطريقة الأولى بند (٦-٨-٣-٢).

٦-٨-٣ الخطوات

- ١ - توضع العينة في الإناء المخروطي حتى ارتفاع يساوى متوسط قطري المخروط.
- ٢ - يوضع الإناء المخروطي بالعينة فوق المنضدة الهزازة ويثبت جيدا على سطح المنضدة وتدمك العينة بواسطة الهز ويوقف الهز بمجرد ظهور مياه النضج.
- ٣ - يغطى الإناء المخروطي ويثبت المخروط جيدا بالمنضدة ثم يبدأ في عمل هزات متتالية لمدة ساعة. يجب أن تكون دورة الاهتزاز ٣ ثواني تشغيل و ٣٠ ثانية إيقاف.
- ٤ - يحدد الحجم الكلي للماء المنضوح كما سبق بالطريقة الأولى علما بأن الفترات المتتالية للهز لا تسمح بقياس كمية مياه النضج عند فترات مختلفة.

٦-٨-٥ أخطاء شائعة والاحتياطات

- ١ - يجب أن يجرى هذا الاختبار فور الانتهاء من صب الخرسانة دون أي تأخير تفاديا للخطأ في تقدير نسبة النضج.
- ٢ - تتوقف نتائج هذا الاختبار على درجة حرارة الموقع أو المعمل لذلك يجب العناية بتسجيل درجة الحرارة أثناء الاختبار ويفضل أن تكون في حدود $25 \pm 5^\circ \text{C}$.

٦-٨-٦ النتائج وحدود القبول والرفض

تستخدم نتائج هذا الاختبار للمقارنة بين الخرسانة ذات المكونات المختلفة أو المصبوقة في ظروف محيطية مختلفة ولا توجد حدود ثابتة للقبول أو الرفض.

٦-٨-٧ التقرير

٦-٨-٧-١ عام

يوضح التقرير أن الاختبار أجرى طبقا لهذا الطريقة كما يجب أن يبين إذا كانت هناك شهادة متاحة عن تجهيز العينة ، فإذا كانت هناك شهادة متاحة فيلزم أن ترفق بالتقرير.

٦-٨-٧-٢ محتويات التقرير

يحتوى تقرير الاختبار على البيانات الآتية :

أ - بيانات ملزمة

- تاريخ وزمن الانتهاء ومكان وطريقة العينة والرقم المميز للعينة.

- وقت ومكان الاختبار.
- الظروف الجوية (درجة الحرارة-الرطوبة النسبية) .
- الطريقة المستخدمة فى الدمك مع ذكر نوع الجهاز المستخدم وعدد ضربات قضيب الغر.
- النسبة المئوية للنضح.
- اسم القائم بالاختبار.

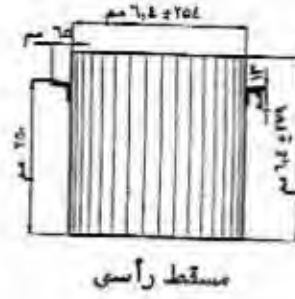
ب - بيانات اختيارية

يتضمن تقرير الاختبار البيانات التالية عند الطلب

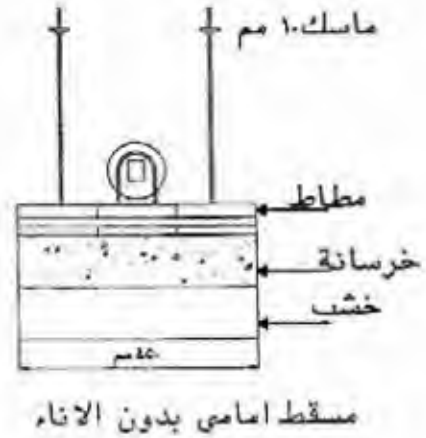
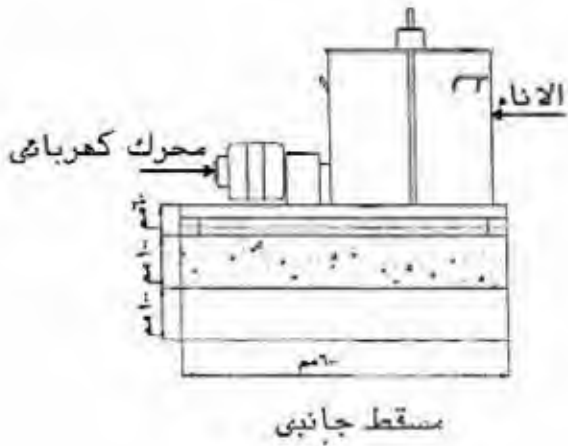
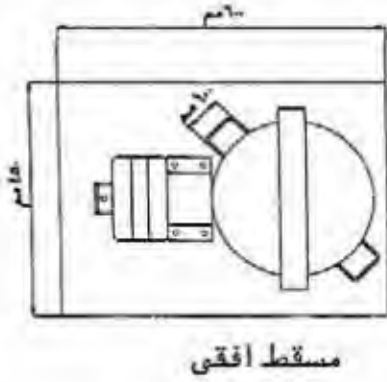
- اسم المشروع ومكان الاستخدام للخرسانة.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ ووقت إنتاج الخرسانة أو التسليم الموقع.
- مواصفات خلطة الخرسانة (مثل رتبة الخرسانة).

٦-٨-٨ مراجع

- الاختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- ASTM C 232 - 92 " Test for bleeding of concrete "



شكل (٦-٨-١) الإناء الاسطوانى



شكل (٦-٨-٢) منصدة الاهتزاز

٩-٦ اختبار تعيين كثافة الخرسانة الطازجة المدموكة

Test Method to Determine the Density of Fresh Concrete

٩-٦-١ عام

يصف هذا الاختبار طريقة تعيين كثافة الخرسانة الطازجة المدموكة ، وتستخدم هذه الطريقة في حالة الخرسانة العادية والخرسانة ذات الهواء المحبوس والمصنعة من الركام الخفيف أو الركام عادى الوزن أو الركام ثقيل الوزن ذى مقاس اعتبارى أكبر أو اقل من ٤٠ مم. ولا تصلح هذه الطريقة لتعيين كثافة الخرسانة المهواة أو الخرسانة ذات القوام الجاف والتي لا يمكن دمكها بالهز فقط . كما يشتمل هذا الجزء على معادلات لحساب حجم أي رسالة من الخرسانة ومحتوى الأسمنت في المتر المكعب.

٩-٦-٢ الهدف

تستخدم هذه الطريقة لحساب كثافة الخرسانة الطازجة المدموكة وكذلك في حالة الخرسانة المحتوية على إضافات مختلفة أو مواد إحلالية أسمنتية بعد أخذ بعض التعديلات في تجهيز عينات الخرسانة في الاعتبار كما هو موضح فيما بعد . يعتبر تحديد كثافة الخرسانة الطازجة من البيانات المهمة المطلوب معرفتها لتصحيح الخلطات الخرسانية المختلفة. وكذلك لحساب الكثافة عند تصميم الخلطات الخرسانية وعند تحويل الأوزان إلى أحجام و العكس.

٩-٦-٣ التعاريف

- الكثافة

وزن كمية من الخرسانة المدموكة مقسوما على ما تشغله من حجم ويعبر عنها بالكيلو جرام للمتر المكعب.

٩-٦-٤ الأجهزة

١ - ميزان : ذو سعة تصل إلى ٥٠ كجم بدقة ١٠ جرام أو أكثر دقة.

٢ - وعاء : غير منفذ للماء ذو جساءة كافية لاحتفاظه بأبعاده الأصلية والمحددة في جدول (٩-٦-١)، مصنوع من معدن لا يتأثر بعجينه الأسمنت ذو سطح داخلي ناعم وحافة مستوية موازية للقاعدة وفى وضع متعامد مع محور الوعاء والذي يكون مزودا بمقابض.

جدول (٦-٩-١) أبعاد الوعاء الأسطواني

السعة (م ^٣)	القطر الداخلى (مم)	الارتفاع الداخلى (مم)	أقل سمك للمعدن (مم)
٠,٠١	$1,0 \pm 200$	$1,0 \pm 320$	٤

٣ - جاروف : بعرض ١٠٠ مم تقريبا

٤ - قضيب دمك أو هزاز : قضيب دمك مصنوع من قضيب مستقيم من الصلب يزن ١,٨ كجم بطول ٣٨٠ مم بمقطع مربع طول ضلعه ٢٥ مم ، أو مطرقة هز أو منضدة مناسبة لدمك الخرسانة طبقا لبندى ٨-٢ ، ٨-٣ .

٥ - مسطرين مستطيل للتسوية.

٦ - مسطرة : مصنوعة من الصلب لا يقل طولها عن ٣٠٠ مم .

٧ - سحاحة زجاجية : (إذا تطلب الأمر) بحجم معلوم.

٨ - حوض مسطح لتجهيز العينات : مقاساته ١,٢ x ١,٢ م وعمق ٥٠ مم مصنوع من معدن لا يصدأ و يتخانة ١,٦ مم.

٩ - جاروف بفتحة مربعة كما ورد فى اختبار رقم (٦-٢) - بالدليل شكل (٦-٢-٢).

٥-٩-٦ معايرة الوعاء

يوزن الوعاء فارغا ثم يوضع على سطح أفقى ويملأ بالماء عند درجة حرارة $20 \pm 5^\circ \text{C}$ بحيث لا يرتفع السطح المحدب للماء عن حافة الوعاء. يسحب حجم معلوم من الماء بواسطة السحاحة بالقدر الذي يسمح برفع الوعاء ووضعه فوق ميزان الطليئة بدون أي فقد للماء . يوزن الوعاء والماء و يضاف وزن الماء المسحوب لوزن الماء المتبقى في الوعاء. تحسب سعة الوعاء بقسمة وزن الماء المطلوب لملء الوعاء على ١٠٠٠ كجم/م^٣ لأقرب ٠,٠١ كجم. ويعبر عن السعة لأقرب ١٠ سم^٣ . وتجري هذه المعايرة عادة للتأكد من حجم الوعاء .

٦-٩-٦ العينات

١-٩-٦ اخذ العينة

تؤخذ عينة الخرسانة الطازجة بالطريقة المبينة بالاختبار رقم (٦-١) بالدليل ، ويراعى البدء في تعيين الكثافة في أسرع وقت ممكن بعد اخذ العينة.

٦-٩-٢ تجهيز العينة

تفرغ العينة في الحوض المسطح لتجهيزها بحيث لا يترك ملتصقا بسطح الوعاء غير طبقة رقيقة من الأسمنت والماء . تخلط العينة جيدا في الحوض المسطح وذلك بجعلها على هيئة مخروط ثم يعاد تقليبها بالجاروف لتكون مخروطا جديدا وتكرر هذه العملية ثلاث مرات ويراعى عند عمل كل مخروط ترسيب كل جاروف من الخرسانة عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزلة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان حتى لا يتحزح مركز المخروط ، ثم يسطح المخروط الثالث بالإدخال المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماما من الخرسانة بعد كل مرة .

قد يكون ضروريا الأخذ بالتعديلات الآتية عند تجهيز عينات الخرسانة ذات التشغيلية العالية جدا للاختبار (مثل الخرسانة المحتوية على إضافات فائقة السيولة) .

١ - الحوض المسطح للعينة : يكون ذا جوانب رأسية أكبر لاحتواء العينة بدون حدوث أي إزاحة للخرسانة أثناء الخلط .

٢ - خلط العينة : تستبدل الطريقة الآتية بطريقة الخلط بالتشكيل المخروطي للعينة : بعد تفريغ العينة في الحوض المسطح ، يستخدم الجاروف لتقليب الخرسانة من الخارج نحو مركز الحوض وذلك تدريجيا ولمرة واحدة لجميع جوانب الحوض .

٦-٩-٧ خطوات الاختبار

٦-٩-٧-١ ملء الوعاء

يملأ الوعاء بالخرسانة بحيث يمكن التخلص من الهواء المحصور بقدر الإمكان (بدون إنقاص ملحوظ لكمية الهواء المحبوس ، إذا وجد) وبحيث يمكن دمك الخرسانة دمكا كاملا بدون قدر متزايد من الانفصال الحبيبي أو تجمع للحبيبات الناعمة على سطح العينة . ولتحقيق ذلك توضع الخرسانة في الوعاء بواسطة الجاروف على ست طبقات لها نفس العمق تقريبا وتدمك كل طبقة باستخدام قضيب الدمك أو الهزاز بالطريقة الموضحة في البندين (٦-٩-٧-٢) و(٦-٩-٧-٣) . بعد دمك الطبقة العليا يسوى سطحها مع السطح العلوي للوعاء ، باستخدام مسطرين التسوية ثم تمرر المسطرة على السطح وينظف الوعاء من الخارج . يوزن الوعاء ومحتوياته لأقرب ١٠ جرام ، وي طرح وزن الوعاء الفارغ ، ثم يحسب ويسجل وزن الخرسانة المدموكة دمكا كاملا لأقرب ١٠ جرام .

٦-٩-٧-٢ الدمك بقضيب الدمك

عند دمك كل طبقة بقضيب الدمك توزع ضربات قضيب الدمك بطريقة منتظمة على المقطع المستعرض للوعاء مع التأكد من أن قضيب الدمك لم يخترق بقدر ملحوظ أي طبقة سابقة ولم يصطدم بشدة مع قاع القالب عند دمك الطبقة الأولى . ويتوقف عدد الضربات المطلوبة لكل طبقة للوصول إلى الدمك الكامل لكل طبقة على تشغيلية الخرسانة وإن كان يجب ألا تقل عدد الضربات التي تتعرض لها الطبقة الواحدة في أي حالة عن ٦٠ ضربة . وتسجل عدد الضربات.

٦-٩-٧-٣ الدمك بالهزاز

عند دمك كل طبقة بهزاز آلي أو منضدة الاهتزاز يجب أن تستخدم الاهتزازات في أقل زمن يمكن منه تمك الخرسانة دمكا كاملا . وذلك لأن الهز الزائد قد يتسبب في زيادة الانفصال الحبيبي وتجمع المواد الناعمة على السطح وفقد الهواء المحبوس ، إذا وجد . وتتوقف المدة المطلوبة للهز على تشغيلية الخرسانة وكفاءة الهزاز، ويجب إيقاف الهز بمجرد ملاحظة النعومة النسبية والمظهر المزجج لسطح الخرسانة . ثم تسجل فترة الهز .

٦-٩-٨ الحساب وصياغة النتائج

٦-٩-٨-١ حساب الكثافة

تُحسب الكثافة (D) بالكيلو جرام لكل متر^٣ من المعادلة :

$$D = \frac{W}{V_v} \quad (6-9-1)$$

حيث :

W = وزن عينة الخرسانة في الوعاء (كجم)

V_v = حجم الوعاء (م^٣)

يعبر عن النتيجة لأقرب ١٠ كجم/م^٣

٦-٩-٨-٢ حساب حجم الخرسانة للرسالة

يحسب حجم الخرسانة (V_c) المنتج للرسالة الواحدة بالمتر المكعب من المعادلة الآتية:

$$V_c = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + W_w}{D} \quad (6-9-2)$$

حيث :

W₁ = وزن الأسمنت في الرسالة (كجم)

W₂ = وزن الرمل بالحالة المستخدمة في الرسالة (كجم)

W_3 = وزن الركام الكبير في الرسالة بالحالة المستخدمة (كجم)

W_w = وزن الماء المضاف للرسالة (كجم)

D = كثافة الخرسانة الطازجة المدسوقة دمكا كاملا (كجم/م³) يعبر عن النتيجة بدقة ١ %

٦-٩-٣ حساب محتوى الأسمنت

يحسب محتوى الأسمنت (C) بالكيلو جرام /م³ للخرسانة الطازجة من إحدى المعادلتين الآتيتين :

$$C = \frac{W_1}{V_c} \quad (6-9-3)$$

$$C = \frac{DW_1}{W_1 + W_2 + W_3 + W_w} \quad (6-9-4)$$

يعبر عن الناتج لأقرب ٥ كجم / م³

٦-٩-٩ الاحتياطات

- يجب التأكد من إجراء الاختبار فور الانتهاء من عملية خلط الخرسانة ضمانا لدقة النتائج .
- يجب عدم الإفراط في هز الخرسانة في حالة الهز الآلى حتى لا يحدث انفصال حبيبي وبالتالي يؤثر على دقة النتائج.
- في حالة استخدام إضافات فائقة السيولة يجب الأخذ في الاعتبار طريقة تجهيز العينات.

٦-٩-١٠ التقرير

٦-٩-١٠-١ عام

يجب النص في التقرير أن تعيين الكثافة قد تم طبقا لطريقه هذا الاختبار (ملحق اختبارات الخرسانة الطازجة) كما يجب النص في التقرير عما إذا كانت شهادة أخذ العينة متوفرة من عدمه . وفى حالة توفر الشهادة فإنه يجب أن يزود التقرير بصورة منها .

٦-٩-١٠-٢ البيانات التي يتضمنها التقرير

أ - بيانات لازمة

يجب أن يتضمن تقرير الاختبار البيانات التالية:

- تاريخ وزمن ومكان أخذ العينة.
- زمن ومكان عمل الاختبار.
- سعة الوعاء و آخر تاريخ للمعايرة .

- طريقة الدمك (يدوي أو آلي) متضمنة نوع الأجهزة المستخدمة وعدد ضربات قضيب الدمك أو زمن الهز.
- كثافة العينة المدموكة.
- اسم الشخص الذي أجرى الاختبار.

ب - بيانات اختيارية

يمكن أن يتضمن تقرير الاختبار البيانات الآتية عند الطلب :

- اسم المشروع والمكان الذي استخدمت فيه الخرسانة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة أو التسليم في الموقع.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- مواصفات الخلطة الخرسانية (مثل رتبة المقاومة ومحتوى الماء...).
- قابلية الخرسانة للتشغيل مقاسه بإحدى الاختبارات القياسية.
- حجم الخرسانة للرسالة الواحدة.
- محتوى الأسمنت في لخرسانة .

١١-٩-٦ المراجع

- اختبار رقم (١-٦) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- ASTM C 138 - 92 " Test for unit weight, yield, and air content (Gravimetric) of concrete "

٦-١٠ اختبار مقاومة الاختراق لتعيين زمن شك الخرسانة

Test Method for Determination of Concrete Setting Time by Penetration Resistance

٦-١٠-١ عام

تختص هذه الطريقة بتعيين زمن شك الخرسانة التي يزيد هبوطها عن صفر وذلك باختبار المونة المنخولة من خليط الخرسانة وتعتبر هذه الطريقة مناسبة للاستخدام عندما تعطي اختبارات مونة الخرسانة البيانات المطلوبة ، وحيث أن تصلد الخرسانة هو تفاعل تدريجي فإن أي تعريف لزمن الشك لابد وأن يكون عرفياً وعلى مستخدم هذه الطريقة اختيار درجات الحرارة التي ستحفظ فيها العينات أثناء اختبارها. ويتحدد زمن الشك الابتدائي والنهائي للخرسانة طبقاً لهذه الطريقة على أساس اختبار معدل تصلد المونة المخلوطة من خليط الخرسانة وذلك بقياس مقاومة هذه المونة للاختراق . وتستخدم هذه الطريقة لدراسة تأثير المتغيرات المختلفة من حرارة وأسمنت ونسبة الخلطة الخرسانية والإضافات على شك وتصلد الخرسانة.

٦-١٠-٢ الهدف

يجري هذا الاختبار لتحديد زمن الشك الابتدائي والنهائي للخرسانة ويجري على المونة المنخولة من الخرسانة ، ويستخدم هذا الاختبار بهدف مقارنة تأثير العوامل المختلفة على تصلد الخرسانة.

٦-١٠-٣ التعاريف

- زمن الشك الابتدائي

هو الزمن الذي ينقضي من لحظة إضافة الماء للأسمنت إلى اللحظة التي تصل فيها مقاومة المونة المنخولة من الخرسانة للاختراق إلى ٣,٥ نيوتن/مم^٢ .

- زمن الشك النهائي

هو الزمن الذي ينقضي من لحظة إضافة الماء للأسمنت إلى اللحظة التي تصل فيها مقاومة المونة المنخولة من الخرسانة للاختراق إلى ٢٧,٦ نيوتن/مم^٢ .

٦-١٠-٤ الأجهزة

١ - أوعية عينات المونة : تكون هذه الأوعية جاسنة لا تتفذ ولا تمتص الماء خالية من الزيت، ذات مقطع أسطواني أو قائم الزوايا ، ولا تقل أبعادها المستعرضة وارتفاعها عن ١٥٢ مم .

٢ - جهاز مقاومة الاختراق : جهاز يحتوي على ياي لقياس مقاومة الاختراق بتدرج يبدأ من ٤٥ نيوتن يزداد تدريجياً بمعدل ٩ نيوتن أو أقل حتى ٥٨٠ نيوتن ، أو جهاز به مقياس للضغط ذو سعة من ٦٧٠ إلى ٨٩٠ نيوتن بتدرج ٩ نيوتن. ويكون الجهاز مزوداً بإبر للاختراق يسهل استبدالها وذلك بمساحات التحميل الآتية: ١٦، ٣٢، ٦٥، ١٦١، ٣٢٣، ٦٤٥ مم^٢.

ويجب أن يكون لكل إبره خدش بكامل محيطها على مسافة ٢٥ مم من سطح التحميل. كما يجب ألا يزيد طول الإبرة ذات المساحة ١٦ مم^٢ عن ٨٩ مم وذلك للحد من الانثناء.

٣ - قضيب الدمك : يصنع من قضيب مستقيم من الصلب بمقطع مستعرض مستدير بقطر ١٦ مم وطول ٦٠٠ مم ونهاية مستديرة نصف كروية الشكل بقطر ١٦ مم

٤ - ماصة : ماصة أو أي جهاز مناسب لامتصاص الماء الزائد من سطح العينات المختبرة.

١٠-٥-٦ العينات

١ - تختار كمية من خليط الخرسانة المراد اختبارها بحيث تكفي لملء الأوعية بعق لا يقل عن ١٤٠ مم.

٢ - يتم فصل المونة من الخرسانة بالنخل على منخل ٤,٧٦ مم وذلك على سطح غير منفذ للماء.

٣ - تخلط عينة المونة بطريقة يدوية على نفس السطح الذي نخلت عليه ثم توضع في الوعاء أو الأوعية ، وتدمك بواسطة قضيب الدمك والذي يكون في الوضع الذي يمكن طرفه المستدير من اختراق العينة . تدمك المونة مرة لكل ٦٤٥ مم^٢ من السطح العلوي للعينة على أن تكون الضربات موزعة بانتظام على المقطع المستعرض للعينة. بعد انتهاء عملية الدمك ، يطرق برفق على جوانب الأوعية بواسطة قضيب الدمك لغلق الفراغات التي تخلفت عن قضيب الدمك ولتسوية سطح العينة. وعند نهاية تحضير العينة يجب أن يكون سطح المونة تحت الحرف العلوي للوعاء بمقدار ١٣ مم على الأقل وذلك لتوفير الفراغ اللازم لتجميع وإزالة ماء النضح ولمنع التصاق المونة بالغطاء الواقي والموصف في بند (٦-١٠-٦).

٤ - تخزين عينات المونة

تخزن العينات عند درجة الحرارة المراد إجراء الاختبار عندها وذلك في مكان محمي من أشعة الشمس. ولمنع تبخر الماء بشكل زائد تغطي العينات بمادة مناسبة مثل الخيش المبلول أو

بغطاء محكم غير منفذ للماء وذلك طوال فترة الاختبار ، فيما عدا الأوقات التي يتم عندها إزالة ماء النضج أو إجراء اختبار الاختراق.

٥ - عدد العينات

تحضر ثلاث كميات منفصلة على الأقل لكل حالة يراد اختبارها ، ويجرى اختبار معدل التصلد على كل كمية . ويكون تحضير هذه الكميات بعدد متساو لكل حالة في نفس اليوم. وعندما يتعذر عمل اختبار واحد على الأقل على كل متغير في نفس اليوم ، يستكمل خلط الكميات اللازمة للحالات المختلفة خلال أيام قليلة بقدر الإمكان ، على أن يعاد عمل أحد الخلطات يومياً وذلك لتكون أساساً للمقارنة.

٦-١-٦ خطوات الاختبار

١ - يزال ماء النضج من سطح عينة المونة قبل إجراء اختبار الاختراق مباشرة بواسطة ماصة أو أي جهاز مناسب ، ولتسهيل هذه الخطوة تميل العينة بعناية حتى زاوية 90° مع الاتجاه الرأسي وذلك بوضع تخانة مناسبة تحت أحد الجوانب على أن يتم هذا قبل بدء عملية إزالة الماء بدقيقتين.

٢ - تثبت الإبرة التي يناسب قطرها درجة تصلد عينة المونة في جهاز الاختراق ، ويوضع الجهاز في الوضع الرأسي الذي يمكن الأبرة من ملامسة سطح العينة. يضغط على الجهاز تدريجياً حتى يصل اختراق الأبرة إلى عمق ٢٥ مم والذي يستدل عليه بالعلامة المحفورة على محيط الإبرة. ويجب أن يستغرق الاختراق إلى هذا العمق حوالي ١٠ ثوان. تسجل القوة التي تطلبها الاختراق ووقت الاختبار محسوباً على أساس الوقت الذي انقضى من لحظة إضافة الماء للأسمنت. وعند إجراء أي اختبار للاختراق ، يجب التأكد من تجنب جوانب الوعاء والأماكن التي تأثرت بالقراءات السابقة ، ويكون هذا بالأقل نقل المسافة بين الأبرة وجانب الوعاء عن ٢٥ مم وبين أي اختبارين عن ضعف قطر الأبرة المستخدمة أو ١٣ مم أيهما أكثر.

٣ - تؤخذ القراءات كل ساعة وذلك في حالة الخلطات ودرجات الحرارة العادية ، وفي هذه الحالة يبدأ أخذ قراءات الشك الابتدائي بعد انقضاء ٣ إلى ٤ ساعات من لحظة إضافة الماء للخلطة. أما بالنسبة للخلطات سريعة التصلد أو درجات الحرارة المرتفعة فينصح بأخذ قراءات الشك الابتدائي بعد ساعة أو ساعتين وبالأقل يزيد الفارق الزمني بين ما يتبع هذا من اختبارات عن ١/٢ ساعة. أما في حالة الخلطات بطيئة التصلد أو درجات الحرارة المنخفضة فقد يصل وقت اختبار الشك الابتدائي من ٤ إلى ٦ ساعات أو أكثر ، هذا مع

فارق زمني بين القراءات من ٢/١ ساعة إلى ساعة تبعاً لمعدل الزيادة في مقاومة العينة للاختراق .

٤ - يجب ألا تقل قراءات الاختراق في الاختبار الواحد عن ست قراءات وأن يكون الفارق الزمني بين هذه القراءات منتظماً بحيث تظهر على شكل نقاط متساوية التباعد على المنحنى الخاص بمعدل تصلد العينة. ويجب الاستمرار في أخذ القراءات حتى تصل مقاومة الاختراق إلى ٢٧,٦ نيوتن/مم^٢.

٦-١٠-٧ الحسابات

تحسب مقاومة الاختراق (نيوتن/مم^٢) وذلك كالقوة المطلوبة لإحداث اختراق للإبرة وقدره ٢٥ مم مقسومة على مساحة سطح تحميل الإبرة.

٦-١٠-٨ الدقة

أ - وجد أن معامل الاختلاف للعامل الواحد عند تعيين زمن الشك الابتدائي يكون مساوياً لـ ٧,١٠ % ، لهذا فإنه يجب ألا يزيد مدى النتائج التي يحصل عليها لثلاث كميات من نفس المواد بواسطة نفس العامل وباستخدام نفس الجهاز في ثلاثة أيام مختلفة عن ٢٣ % من متوسط هذه النتائج.

ب - وجد أن معامل الاختلاف بين نتائج المعامل المختلفة عند تعيين زمن الشك الابتدائي والمحسوب على أساس متوسط ثلاثه اختبارات يكون مساوياً لـ ٥,٢ % لهذا فإنه يجب ألا يزيد اختلاف نتائج معملين مختلفين لنفس المواد عن ١٥ % من متوسط هذه النتائج.

ج - وجد أن معامل الاختلاف للعامل الواحد عند تعيين زمن الشك النهائي يكون مساوياً لـ ٤,٧٠ % ، لهذا فإنه يجب ألا يزيد مدى النتائج التي يحصل عليها لثلاث كميات من نفس المواد بواسطة نفس العامل وباستخدام نفس الجهاز في ثلاثة أيام مختلفة عن ١٦ % من متوسط هذه النتائج.

د - وجد أن معامل الاختلاف بين المعامل المختلفة عند تعيين زمن الشك النهائي والمحسوب على أساس متوسط ثلاثه اختبارات يكون مساوياً لـ ٤,٥ % ، لهذا فإنه يجب ألا يزيد اختلاف نتائج معملين مختلفين لنفس المواد عن ١٣ % من متوسط هذه النتائج.

٦-١٠-٩ أخطاء شائعة والاحتياطات

١ - عدم الاهتمام بتثبيت درجة الحرارة والرطوبة النسبية خلال مراحل الاختبار يؤدي الى عدم الحصول على دقة عالية وعدم القدرة على المقارنة بين النتائج المختلفة. لذلك يجب الاهتمام بثبات الحرارة والرطوبة أثناء الاختبار.

- ٢ - يجب فصل المونة من الخرسانة اللازمة للاختبار في أسرع وقت بعد مرحلة الصب.
- ٣ - يجب فصل الركام الكبير عن المونة بواسطة النخل ولا يصح عمل المونة نفسها للاختبار لأن ذلك يؤدي الى اختلاف كبير عن مضمون الاختبار وبالتالي في قيمة النتائج.

١٠-١٠-٦ التقرير

يجب أن يشتمل التقرير على الآتي :

أ - بيانات عن الخلطة الخرسانية

- نوع ونسب الأسمنت ، الركام الصغير ، والركام الكبير (بما فيه المقاس الاعتباري الأكبر وتدرج الركام) ونسبة محتوى الماء الصافي لمحتوى الأسمنت.
- اسم ونوعية ونسبة المواد الفعالة لأي إضافات مستخدمة كنسبة من وزن الأسمنت.
- محتوى الهواء للخرسانة الطازجة وطريقة تعيين هذا المحتوى.
- قوام الخرسانة كما يحدده الهبوط أو أي اختبار آخر للقوام.
- درجة حرارة المونة بعد عملية النخل.
- تسجيل لدرجات الحرارة طوال فترة إجراء الاختبار.
- تاريخ الاختبار .

ب - المنحنيات

لكل متغير وحالة للخرسانة كما هو موصف في البند (٦-١٠-٦) ، ترسم نتائج كل اختبار من ثلاثه اختبارات لمعدل التصلد أو أكثر على حدة ، على أن يوضح الإحداثي الرأسي مقاومة الاختراق بنيوتن/مم^٢ بينما يوضح الأحداثي الأفقي الأوقات المنقضية بالساعات والدقائق. ويجب ألا تمثل الـ ٣,٥ نيوتن/مم^٢ والساعة بأقل من ١٣ مم على هذه المنحنيات.

ج - زمن الشك

بحسب زمن الشك الابتدائي والنهائي كما هما معرفان في البند (٦-١٠-٣) ، من متوسط الأوقات المنقضية ، كما تحددها المنحنيات المرسومة طبقاً للبند (٦-١٠-٦) والتي تصل عندها مقاومة الاختراق إلى ٣,٥ نيوتن/مم^٢ و ٢٧,٦ نيوتن/مم^٢ على التوالي.

١١-١٠-٦ حدود القبول والرفض

لا توجد حدود ثابتة سواء للقبول أو للرفض حيث أن الحدود تتوقف على عوامل كثيرة منها درجة الحرارة والرطوبة ونوع الأسمنت والإضافة المستخدمة ومكونات الخرسانة.

٦-١٠-١٢ المراجع

- الاختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- ASTM C 403 - 92 " Test time of setting of concrete mixture by penetration resistance "

١١-٦ طريقة تحضير مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة Preparation of Concrete Test Cubes

١-١١-٦ عام

تُصَف هذه الطريقة تحضير مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة بمقياس ١٥٠ مم لضلع المكعب. تستخدم هذه الطريقة في حالة الخرسانة العادية وذات الهواء المحبوس والخرسانة المصنعة من الركام الخفيف أو العادي أو الثقيل ، ذى مقاس اعتياري لا يزيد عن ٤٠ مم. ولا تستخدم هذه الطريقة للخرسانة المهواة والخرسانة ذات القوام الصلب جداً التي لا يمكن دمكها بالاهتزاز فقط والخرسانة التي ليس بها ركام صغير

٢-١١-٦ الهدف

تستخدم هذه الطريقة لإعداد مكعبات من الخرسانة المتصلة بهدف إجراء اختبار مقاومة الضغط أو كجزء من إجراءات ضبط الجودة للخرسانة أثناء تنفيذ أعمال الخرسانة.

٣-١١-٦ الأجهزة

١ - القالب : تكون جوانب القالب من معدن حديدي (يفضل الحديد الزهر أو الصلب المصبوب) على ألا تقل صلادة كل وجه من الأوجه الداخلية عن قيمة صلادة روكويل (بمقياس ب) ٩٥ طبقاً للمواصفات القياسية المصرية رقم ٩١٣ ويتضمن القالب لوح قاعدة من الصلب يسهل فصله.

تكون جميع أجزاء القالب متينة حيث تمنع حدوث تشوهات ويراعى قبل تجميعها للاستعمال أن تغطي الوصلات بين جوانب القالب ، وبينها وبين لوح القاعدة بطبقة رقيقة من الزيت أو الشحم لمنع نفاذ الماء ، وبعد التجميع يجب أن تكون أجزاء القالب متماسكة بإحكام في مكانها تماماً لمنع التسرب من القالب ، وتغطي الأسطح الداخلية للقالب بطبقة رقيقة من مادة مانعة لالتصاق الخرسانة بها . يلزم وجود علامة كودية واضحة على كل جانب من جزأى القالب ليتمكن تجميع القالب جميعاً صحيحاً.

يجب تجديد القالب أو عدم استخدامه إذا زاد التفاوت في المقاسات عن ضعف التفاوتات المسموح بها حيث يسمح عند تجميع القالب الجديد بالتفاوتات التالية :

أ - المقاسات : يكون المقياس الاعتباري لكل من عمق القالب والمسافة بين وجهي الأسطح الجانبية المتقابلة (الداخلية) محسوباً على أساس متوسط أربع مقاسات متماثلة في الحدود $150 + 10$ مم

ب - استواء الوجه : لا يزيد حدود التفاوت لاستواء السطح للوجه الداخلي لكل جانب من جوانب القالب على 0.3 مم ، ولا يزيد التفاوت لأي من أوجه الوصلات أو السطح السفلي لجوانب القالب المجمعة أو السطح العلوي للوح القاعدة على 0.6 مم .

ج - تعامد محور القالب مع لوح القاعدة : يكون التفاوت في تعامد السطح الداخلي لكل جانب من جوانب القالب بالنسبة لسطح القاعدة السفلي أو الأسطح الداخلية للجوانب المجاورة كأساس للقياس 0.5 درجة .

د - السوازي : يكون التفاوت المسموح به في الوجه العلوي للقالب 1 مم بالنسبة للسطح السفلي كأساس للقياس .

٢ - الجاروف : جاروف بعرض 100 مم تقريباً .

٣ - قضيب الدمك أو مطرقة الهز : يصنع قضيب الدمك من قضيب حديدي وزنه 1.8 كجم وبطول 380 مم بمقطع مربع طول ضلعه 25 مم أو يستخدم مطرقة هز أو منضدة هز مناسبة .

٤ - مسطرين تسوية

٥ - حوض مسطح لتجهيز العينات : مقاساته 1.2 م \times 1.2 م بعمق 50 مم يصنع من معدن غير قابل للصدأ بتخانة 1.6 مم.

٦ - جاروف بفتحة مربعة طبقاً للاختبار رقم (٦-٢) بالدليل - شكل (٦-٢-٢).

٦-١١-٤ طريقة أخذ العينة

تؤخذ العينة للخرسانة الطازجة طبقاً للخطوات المبينة بالاختبار رقم (٦-١) بالدليل الخاصة بطريقة أخذ عينات الخرسانة الطازجة في الموقع ثم يبدأ عمل المكعبات بعد أخذ العينة بسرعة بقدر الإمكان.

٦-١١-٥ تجهيز عينة الاختبار

تفرغ العينة المبيّنة في بند (٦-١١-٤) في الحوض المسطح لتجهيز الاختبار ، مع التأكد من ألا يترك ملتصقاً بالوعاء المفرغة منه العينة غير طبقة رقيقة من الأسمنت و الماء ، ثم تخلط العينة جيداً بالجاروف لتكون مخروطاً ناقصاً على الحوض المسطح. وتقلب ثانية بالجاروف لتكون مخروطاً جديداً وتكرر العملية ثلاث مرات. يراعى عند عمل المخروط وضع خرسانة كل جاروف عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزلقة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان وحتى لا يتزحزح مركز المخروط . يسطح المخروط الثالث بالإدخال الرأسي المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماماً من الخرسانة بعد كل مرة. وعند تحضير عينات الخرسانة ذات القابلية العالية جداً للتشغيل (مثل الخرسانة المحتوية على الإضافات فائقة الاندونة) ، يكون من الضروري تعديل خطوات الخلط كالاتي :

أ - الحوض المسطح لتجهيز العينات : تكون الجوانب الرأسية للحوض كبيرة بالدرجة التي تمنع حدوث أي فقد للعينة.

ب-خلط العينة : خطوات الخلط بعمل المخروط الموضحة في بند (٦-١١-٥) لا تلائم الخرسانة ذات القابلية العالية جداً للتشغيل ولذلك يوصى بطريقة الخلط البديلة الآتية :
عند صب الخرسانة في الحوض المسطح لتجهيز العينات ، يستخدم الجاروف لتقليب الخرسانة من الخارج نحو المركز وذلك حول جميع جوانب الحوض المسطح لتجهيز العينات.

٦-١١-٦ خطوات العمل

١ - ملء القالب

يوضع القالب على سطح جاسئ أفقي أو على منضدة الاهتزاز ، ثم يملأ بالخرسانة بحيث تطرد أكبر كمية من الهواء المحصور بقدر الإمكان بدون تقليل كمية الهواء المحبوس في حالة وجوده ، يجرى دمك كامل للخرسانة دون حدوث الانفصال الحبيبي أو وجود زبد الأسمنت على سطح الخرسانة ويتم ذلك بوضع الخرسانة في القالب بواسطة الجاروف على طبقات ارتفاع كل منها ٥٠ سم على أن تدمك كل طبقة باستخدام قضيب الدمك أو الهزاز بالطريقة الموضحة بالبندين (٦-١١-٢) و (٦-١١-٣) . وبعد دمك الطبقة العليا يسوى سطحها مع منسوب قمة القالب باستخدام مسطرين التسوية ثم تنظف أسطح القالب الخارجية .

٢ - الدمك باستخدام قضيب الدمك

عند دمك كل طبقة بقضيب الدمك توزع الضربات بالتساوي على المقطع المستعرض بالقالب مع التأكد من أن قضيب الدمك لم يخترق بقدر ملحوظ أي طبقة سابقة أو لم يصطدم بقاع القالب عند دمك الطبقة الأولى ويتوقف عدد الضربات اللازمة لخرسانة كل طبقة على قابلية التشغيل للخرسانة على ألا يقل عدد الضربات عن ٣٠ ضربة لكل طبقة إلا في حالة الخرسانة عالية التشغيلية جداً ويسجل عدد الضربات .

٣ - الدمك باستخدام الهزاز

يراعى أن يكون زمن الهز عند استخدام مطرقة الهز أو منصدة الهز أقل ما يمكن بحيث تصبح الخرسانة مدموكة دمجاً كاملاً مع مراعاة أن الهز الزائد قد يتسبب في الانفصال الحبيبي وتكون زبد الأسمنت أو فقد في الهواء المحبوس إن وجد ، وتتوقف الفترة المطلوبة للهز على قابلية التشغيل للخرسانة ومدى كفاءة الهزاز . ويجب إيقاف الهز بمجرد ملاحظة النعومة النسبية والمظهر المزجج لسطح الخرسانة ويتم تسجيل زمن الهز .

٤ - حفظ العينات ومعالجتها :

نم كما جاء ذكره في هذا الدليل . ويلاحظ أن قابلية التشغيل للخلطة الخرسانة تتغير مع الزمن نتيجة تميؤ الأسمنت (تفاعل الأسمنت مع الماء) وأيضاً احتمال فقد الرطوبة لذلك يجب عمل اختبارات على العينات المختلفة عند فترات زمنية موحدة بعد الخلط إذا أريد الحصول على نتائج للمقارنة.

٦-١١-٧ أخطاء شائعة والاحتياطات

- عدم أخذ عينة ممثلة للخرسانة يؤدي إلى اختلاف نتائج الاختبار عن واقع الخرسانة.
- يجب أن يتم التحقق دائماً من تجميع نفس أجزاء القالب بعد الاستخدام حيث يؤدي عدم تجميع نفس الأجزاء إلى اختلاف الأبعاد والزوايا.
- يجب أن يتم دمك العينة داخل القالب بقضيب الدمك القياسي حيث يؤدي استخدام أي وسيلة أخرى مثل أسياخ الصلب إلى اختلاف في النتائج.

٦-١١-٨ التقرير

٦-١١-٨-١ عام

يجب أن يؤكد التقرير أن المكعبات أعدت طبقاً لمتطلبات هذا الدليل ويذكر التقرير ما إذا كانت شهادة تحضير العينة متاحة من عدمه فإذا كانت متاحة يزود التقرير بصورة منها .

٦-١١-٨-٢ محتويات التقرير

أ - بيانات لازمة

يجب أن يتضمن تقرير الاختبار البيانات الآتية:

- تاريخ وزمن الانتهاء ومكان وطريقة تجهيز العينة والرقم المميز للعينة (مجموعة المكعبات).
- وقت ومكان عمل المكعبات.
- العدد والمقاس الاعتباري للمكعبات.
- طريقة الدمك (يدوي أو بالاهتزاز) ونوع المعدات المستخدمة و عدد الضربات لقضيب الدمك أو فترة الاهتزاز.
- الرقم المميز للمكعبات أو التعريف الكودي لها.
- اسم القائم بعمل المكعبات.
- شهادة تفيد بأن المكعبات أعدت طبقاً لمتطلبات هذا الدليل.

ب - بيانات اختيارية

- يتضمن التقرير البيانات الآتية عند الطلب:
- اسم المشروع والمكان المستخدم به الخرسانة.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة أو تسليمها للموقع.
- مواصفات الخلطة الخرسانية (مثل رتبة المقاومة).
- تشغيلية الخرسانة.
- كمية الهواء بالخرسانة (إذا كانت الخرسانة ذات الهواء المحبوس).
- العمر أو الأعمار التي عندها تختبر المكعبات.

٩-١١-٦-٦ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. رقم ١٦٥٨/١٩٩١ الجزء الخامس : طريقة عمل مكعبات الاختبار من الخرسانة.
- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. رقم ١٩٦٧/٩١٣ اختبار صلادة الصلب بطريقة روكويل (مقياس ب و ج)
- اختبار رقم (١-٦) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- اختبار رقم (١٤-٦) : طريقة المعالجة لعينات اختبار الخرسانة فى المعمل .
- BS 1881 : Part 108 : 1983 " Method for making test cubes from fresh concrete "

١٢-٦ طريقة تحضير أسطوانات الاختبار من الخرسانة الطازجة

Preparation of Concrete Test Cylinders

١-١٢-٦ عام

تصف هذه الطريقة تحضير أسطوانات الاختبار من الخرسانة الطازجة ذات مقاسات اسمية ١٥٠ مم قطر و ٣٠٠ مم ارتفاع أو ١٠٠ مم قطر و ٢٠٠ ارتفاع. تستخدم هذه الطريقة في حالة الخرسانة العادية وذات الهواء المحبوس المصنعة من الركام الخفيف أو العادي أو تقبل الوزن بمقاس اعتباري لا يزيد عن ٢٠ مم في حالة الأسطوانة ذات قطر ١٠٠ مم و لا يزيد عن ٤٠ مم في حالة الأسطوانة ذات قطر ١٥٠ مم. لا تستخدم هذه الطريقة للخرسانة المهواة والخرسانة ذات القوام الصلب جداً التي لا يمكن دمكها بالاهتزاز فقط والخرسانة الخالية من ركام صغير.

٢-١٢-٦ الهدف

تستخدم هذه الطريقة لإعداد أسطوانات من الخرسانة بهدف اختبار العديد من الخواص الهندسية للخرسانة المتصلدة ومنها مقاومة الضغط للخرسانة واختبار الشد غير مباشر وتحديد معايير المرونة الاستاتيكية للخرسانة. والجدير بالذكر أن مقاومة الضغط للخرسانة في الشكل الأسطواني تقل عن مقاومة نفس الخرسانة في شكل المكعب.

٣-١٢-٦ الأجهزة

١ - القالب : القالب عبارة عن أسطوانة ولوح من معدن حديدي (يفضل الحديد الزهر أو الصلب المصبوب). يعد القالب بحيث يمكن فصله طولياً لتسهيل إخراج الأسطوانة الخرسانية، على ألا تقل صلادة السطح العلوي للوح القاعدة عن قيمة صلادة روكويل ٩٥ (بمقياس ب) عند تعيينها طبقاً للمواصفات القياسية المصرية رقم ٩١٣. يراعى أن تكون جميع أجزاء القالب متينة تمنع حدوث تشوهات على أن تغطي جميع الوصلات قبل الاستعمال بطبقة رقيقة من الزيت أو الشحم لمنع نفاذ الماء ، وبعد التجميع يجب أن تكون أجزاء القالب متماسكة بإحكام في مكانها تماماً لمنع التسرب من القالب ويجب أن تغطي الأسطح الداخلية للقالب بطبقة رقيقة من مادة مائعة لالتصاق الخرسانة بها.

يلزم وجود علامة كودية واضحة على كل جانب من جزئي القالب لتسهيل عملية إعادة تجميع أجزاء القالب جميعاً صحيحاً. يجب تجديد القالب أو عدم استخدامه إذا زاد التفاوت

ففي المقاسات عن ضعف التفاوت المسموح به حيث يسمح عند تجميع القالب الجديد بقيم التفاوت التالية:

أ - المقاسات : يكون القطر الداخلي الاعتباري للقالب الأسطواني في حدود $150 \pm 0,15$ مم أو $(100 \pm 0,15)$ مم. وتتعين قيمة مقياس ذلك القطر من متوسط ٦ قراءات وهي عبارة عن قراءتين متعامدتين عند ثلاثة مقاطع للقالب متماثلة مع محوره.

ب - استواء الوجه : لا يزيد التفاوت في استواء السطح العلوي للوح القاعدة عن $0,03$ مم ، وللسطح العلوي والسفلي من حافتي الاسطوانة عن $0,06$ مم لكل 150 مم ، وبالنسبة لأوجه الوصلة الطولية بين جزأي القالب لا يزيد عن $0,06$ مم لكل 150 مم طول ولا يزيد عن $0,15$ مم للطول الكلي.

ج - تعامد محور القالب مع لوح القاعدة : لا يزيد ميل محور الاسطوانة عن $0,5$ درجة عن الخط المتعامد على السطح العلوي لقاعدة الاسطوانة العلوية كأساس للقياس.

د - التوازي : لا يزيد التفاوت في توازي الوجه العلوي للقالب الأسطواني عن 1 مم بالنسبة للسطح السفلي للقالب كأساس للقياس.

هـ - الأسطوانية : لا يزيد التفاوت المسموح به لمدى الأسطوانية لسطح الأسطوانة الداخلي عن $0,5$ مم.

٢ - الجاروف : جاروف بعرض 100 مم تقريباً.

٣ - قضيب الدمك أو مطرقة الهز أو منضدة الهز: يصنع قضيب الدمك من قضيب حديدي وزنه $1,8$ كجم ويطول 380 مم بمقطع مربع طول ضلعه 25 مم أو يستخدم مطرقة هز أو منضدة هز مناسبة.

٤ - مسطرين تسوية

٥ - حوض مسطح لتجهيز العينات : مقياساته $1,2 \times 1,2$ م بعمق 50 مم يصنع من معدن غير قابل للصدأ بتخانة لا تقل عن $1,6$ مم.

٦ - جاروف بفتحة مربعة

٧ - لوح التغطية الزجاجي : يستخدم عند تغطية الأسطوانة الخرسانية وهي في الحالة الطازجة بالمونة الأسمنتية طبقاً للبند (٦-١٢-٧-١)، كما يستخدم اللوح الزجاجي أيضاً عند تغطية الأسطوانة الخرسانية المتصلدة بالمونة الأسمنتية طبقاً للبند (٦-١٢-٧-١).

٨ - طوق الصلب : يستخدم عند تغطية الأسطوانة الخرسانية المتصلدة بالمونة الأسمنتية طبقاً للبند (٦-١٢-٧-١)، على أن تكون حافته مستوية مناسبة للتغطية التي تتطلب استخدام اللوح الزجاجي المذكور في بند (٦-١٢-٧-٣).

٩ - اللوح الصلب : يستخدم عند تغطية الأسطوانة الخرسانية المتصلدة بمونة الكبريت بحيث تتفق حالة سطح اللوح المواجه للمونة مع التفاوت المذكور في بند (٦-١٢-٣-١).

٦-١٢-٤ طريقة أخذ العينة

تؤخذ العينة للخرسانة الطازجة طبقاً للخطوات المبينة بالإختبار رقم (٦-١) بالدليل. ثم يبدأ عمل الأسطوانة بعد أخذ العينة بسرعة بقدر الإمكان.

٦-١٢-٥ تجهيز عينة الاختبار

- تفرغ العينة المبينة في بند (٦-١٢-٤) في الحوض المسطح لتجهيزها للاختبار ، مع التأكد من ألا يترك ملتصقاً بالوعاء المفرغة منه العينة غير طبقة رقيقة من الأسمنت و الماء.

- تخلط العينة جيداً بالجاروف لتكون مخروطاً ناقصاً على الحوض المسطح لتجهيز العينات.

- تقلب العينة بالجاروف لتكون به مخروطاً جديداً وتكرر هذه العملية ثلاث مرات يراعى عند عمل المخروط وضع خرسانة كل جاروف عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزلة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان وحتى لا يتزحزح مركز المخروط. يسطح المخروط الثالث بالإدخال الرأسي المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماماً من الخرسانة بعد كل مرة ويجب ملاحظة ضرورة أن يتم تعديل خطوات الخلط كالتالي عند تحضير عينات الخرسانة ذات القابلية العالية جداً للتشغيل (مثل الخرسانة المحتوية على الإضافات فائقة الدونة).

أ - الحوض المسطح لتجهيز العينات : يجب أن تكون الجوانب الرأسية للحوض كبيرة بالدرجة التي تمنع حدوث أي فقد للعينة أثناء الخلط.

ب - خلط العينة : خطوات الخلط بعمل المخروط لا تلائم الخرسانة ذات القابلية العالية جداً للتشغيل ولذلك يوصى بطريقة الخلط البديلة الآتية:

عند صب الخرسانة في الحوض المسطح لتجهيز العينات يستخدم الجاروف لتقليب الخرسانة من الخارج نحو المركز وذلك حول جميع جوانب الحوض المسطح لتجهيز العينات.

٦-١٢-٦ خطوات العمل

١ - ملء القالب

يوضع القالب على سطح جاسئ أفقي أو على منصدة الاهتزاز ، ثم يملأ بالخرسانة بحيث تزال أكبر كمية من الهواء المحصور بقدر الإمكان بدون تقليل كمية الهواء المحبوس (في حالة وجوده) وإجراء دمك كامل للخرسانة دون حدوث الانفصال الحبيبي أو وجود زبد الأسمنت على سطح الخرسانة ، ويتم ذلك بوضع الخرسانة في القالب بواسطة الجاروف على طبقات عمق كل طبقة ٥٠ مم على أن تملك كل طبقة باستخدام قضيب الدمك أو الهزاز بالطريقة الموضحة بالبندين (٦-١٢-٦) و (٦-١٢-٦) . وبعد دمك الطبقة العليا يسوى سطحها مع منسوب قمة القالب باستخدام مسطرين التسوية ثم ينظف سطح القالب الخارجي.

٢ - الدمك باستخدام قضيب الدمك

عند دمك كل طبقة بقضيب الدمك توزع الضربات بالتساوي على المقطع المستعرض للقالب مع التأكد من أن قضيب الدمك لم يخترق بقدر ملحوظ أي طبقة سابقة ولم يصطدم بقوة بقاع القالب عند دمك الطبقة الأولى. ويتوقف عدد الضربات اللازمة للدمك التام لكل طبقة على قابلية التشغيل للخرسانة بحيث لا يقل عدد الضربات اللازمة لكل طبقة عن ٢٠ ضربة (في حالة الأسطوانة ذات قطر ١٠٠ مم) أو ٣٠ ضربة (في حالة الأسطوانة ذات قطر ١٥٠ مم) إلا في حالة الخرسانة عالية التشغيلية جداً ويسجل عدد الضربات.

٣ - الدمك باستخدام الهزاز

يراعى أن يكون زمن الهز عند استخدام مطرقة أو منصدة الهز أقل ما يمكن لجعل الخرسانة مدموكة دمكاً تاماً ، مع مراعاة تجنب الهز الزائد الذي قد يتسبب في حدوث الانفصال الحبيبي وتكون طبقة من زبد الأسمنت ، أو فقد في الهواء المحبوس إذا وجد. وتتوقف الفترة المطلوبة للهز على قابلية تشغيل الخرسانة ومدى كفاءة الهزاز ويجب إيقاف الهز بمجرد ملاحظة النعومة النسبية والمظهر المزجج لسطح الخرسانة ويتم تسجيل زمن الهز.

تتغير قابلية التشغيل للخلطة الخرسانية مع الزمن نتيجة تميؤ الأسمنت (تفاعل الأسمنت مع الماء) وأيضاً احتمال فقد الرطوبة. ويجب لذلك عمل اختبارات على العينات المختلفة عند فترات زمنية موحدة بعد الخلط للحصول على نتائج للمقارنة.

٦-١٢-٧ تجهيز السطح العلوي للأسطوانة

٦-١٢-٧-١ طريقة التجهيز

تستوقف طريقة تجهيز السطح العلوي للأسطوانة على نوع الاختبار المستخدم فيه هذه الاسطوانة الخرسانية وذلك كما يلي :

أ - التجهيز لاختبار الشد بالانفلاق

يتم تسوية السطح العلوي للأسطوانة مع مستوى قمة القالب باستخدام مسطرين التسوية.

ب - التحضير لاختبار الضغط وتعيين معايير المرونة الاستاتيكي

يحضر السطح العلوي للأسطوانة الخرسانية وهي في الحالة الطازجة باستخدام الطريقة التالية:

١ - طريقة تحضير السطح العلوي للأسطوانة الخرسانية الطازجة بالمونة الأسمنتية

يتم ملء القالب إلى حوالي ٣ مم إلى ٦ مم من القمة مع ترك السطح خشناً ، يملأ القالب ويتم تجهيز مونة التسوية بمجرد ملء القالب بالخرسانة الطازجة وذلك باستخدام أسمنت من نفس نوع الأسمنت المستخدم في الخرسانة ورمل ناعم.

يجب التأكد أن نسبة الماء إلى الأسمنت بالمونة لا يزيد عن تلك التي بالخرسانة على أن تكون قابلية المونة للتشغيل مناسبة.

يزال الماء الزائد من على السطح العلوي للخرسانة بإسفنجة أو ورقة نشاف أو أي مادة ماصة أخرى قبل وضع المونة.

توضع البونة وتدمك بمسطين التسوية بحيث يكون سطحها محدباً قليلاً فوق مستوى حافة القالب. يغطى لوح التغطية الزجاجي بغطاء رقيق من مادة تمنع التصاق الخرسانة باللوح ليسهل إزالته. ويتم ضغط اللوح بحركة دورانية حتى يحدث اتصال كامل مع حافة القالب.

يترك اللوح في مكانه حتى تستخرج الأسطوانة الخرسانية من القالب.

٢ - طرق تحضير السطح العلوي للأسطوانة الخرسانية المتصلة

أ - طريقة المونة الأسمنتية

- تستخدم هذه الطريقة عندما يكون سطح الأسطوانة الخرسانية المتصلة مبللاً .
- يخشن السطح العلوي للأسطوانة الخرسانية المتصلة باستخدام فرشاة من السلك.
- توضع الأسطوانة الخرسانية بحيث يكون سطحها المخشن إلى أعلى ، على سطح أفقى.
- يثبت طوق الصلب للأسطوانة الخرسانية بحيث تكون حافته العليا أفقية وتكون حافته العليا فوق أعلى جزء من سطح الخرسانة.
- يملأ الطوق بمونة التسوية باستخدام أسمنت من نفس نوع الأسمنت المستخدم في الخرسانة.
- توضع المونة وتدمك بمسطرين التسوية بحيث يكون سطحها محدباً قليلاً فوق مستوي حافة الطوق.
- يغطى لوح التغطية الزجاجي بغطاء رقيق من مادة تمنع التصاق الخرسانة باللوح ليسهل إزالته. ويتم ضغط اللوح بحركة دورانية حتى يحدث اتصال كامل مع حافة قالب
- توضع الأسطوانة والطوق واللوح الزجاجي في هواء رطب عند درجة رطوبة ٩٠ % ودرجة حرارة $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- يزال اللوح الزجاجي والطوق عندما تتصلد المونة بدرجة كافية حتى لا تؤثر على حدوث تهيئات بالغطاء.

ب - طريقة مونة الكبريت

- تستخدم هذه الطريقة عندما يكون سطح الأسطوانة الخرسانية المتصلة جافاً.
- تجهز مادة الغطاء بإضافة أجزاء متساوية من الكبريت والرمل الناعم السيليسي مع نسبة صغيرة (١ % إلى ٢ %) من شوائب الكربون .
- تسخن المادة المستعملة في عمل الغطاء لدرجة حرارة من ١٣٠ - ١٥٠ م ثم تبرد قليلاً مع التقليب المستمر ، يصب الخليط على اللوح الصلب الأفقى الذي تم تدفئته قليلاً ودهانه بطبقة من الزيت الברافين.
- توضع الأسطوانة على طبقة التغطية بحيث يكون الغطاء رقيقاً بقدر الإمكان باستخدام دليل للتأكد من أن محور الأسطوانة رأسياً . ثم يقطع الجزء الزائد من المادة المستخدمة في عمل الغطاء من الأسطوانة بعد عدة ثواني وتزال الأسطوانة من سطح الارتكاز.
- يجب التأكد عند اختبار الاسطوانة أن الغطاء لا ينزلق أو يتكسر قبل انهيار الخرسانة. بعد الاختبار يجب التأكد من عدم وجود هواء محبوس بين الأسطوانة والغطاء.

٦-١٢-٧-٢ حدود التفاوت المسموح به

إذا تم تجليخ النهاية العليا أو تم عمل غطاء لها يعد التصلد فيجب التأكد من أن هذه النهاية تتوافق مع الحدود التالية:

- ١ - الاستواء : حدود التفاوت المسموح به للجزء الذي تم تجهيزه هي ٠,٠٦ مم .
- ٢ - التوازي : حدود التفاوت المسموح به للجزء الذي تم تجهيزه بالنسبة للسطح السفلي للأسطوانة كسطح مقارنة هي ٢ مم.

٦-١٢-٨ التقرير

٦-١٢-٨-١ عام

يجب أن يؤكد التقرير أن الأسطوانات عملت طبقاً لمتطلبات هذا الاختبار. كما يذكر التقرير ما إذا كانت شهادة تحضير العينة متاحة من عدمه فإذا كانت متاحة يزود التقرير بصورة منها.

٦-١٢-٨-٢ محتويات التقرير

أ - بيانات ملزمة

- يجب أن يتضمن تقرير الاختبار البيانات الآتية:
- تاريخ وزمن الانتهاء ، ومكان وطريقة تجهيز العينة والرقم المميز للعينة (مجموعة الأسطوانات).
- وقت ومكان عمل الأسطوانات.
- العدد والمقاس الاعتباري للأسطوانات.
- طريقة الدمك (يدوي أو بالاهتزاز) متضمنة نوع المعدات المستخدمة وعدد ضربات قضيب الدمك أو فترة الاهتزاز.
- الرقم المميز للأسطوانات أو التعريف الكودي لها.
- اسم القائم بعمل الأسطوانات.
- شهادة تبين أن الأسطوانات عملت طبقاً لمتطلبات هذا الاختبار.
- طريقة التجهيز النهائية.

ب - بيانات اختيارية

- يتضمن التقرير البيانات الآتية عند الطلب:
- اسم المشروع والمكان المستخدمة به الخرسانة.

- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة أو تسليمها للموقع.
- مواصفات الخلطة الخرسانية (على سبيل المثال رتبة المقاومة).
- تشغيلية الخرسانة.
- كمية الهواء بالخرسانة (إذا كانت الخرسانة ذات الهواء المحبوس).
- العمر أو الأعمار التي عندها تُختبر الأسطوانات.
- أطوال وأوزان الأسطوانات بعد التجهيز النهائي.

٦-١٢-٩ أخطاء شائعة والاحتياطات

من الأخطاء الشائعة التي تؤثر على نتائج الاختبار ما يلي:

- ١ - عدم أخذ عينة ممثلة للخرسانة يؤدي إلى اختلاف نتائج الاختبار عن واقع الخرسانة.
- ٢ - يتم التحقق دائماً من تجميع نفس نصفى الأسطواني بعد الخلط بحيث يؤدي عدم تجميع نفس نصفى قالب إلى اختلاف في الأبعاد وعدم انتظام شكل العينة الخرسانية.
- ٣ - يجب أن يتم دمك الأسطوانة بقضيب الدمك القياسي حيث يؤدي استخدام أي وسيلة أخرى (مثل أسياخ الصلب) إلى اختلاف النتائج.
- ٤ - يجب الاهتمام والعناية بطبقة التغطية حيث أن نتائج مقاومة الضغط تتأثر بدرجة كبيرة بمدى استواء سطح طبقة التغطية.

٦-١٢-١٠ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م. رقم ١٩٦٧/٩١٣ اختبار صلادة الصلب بطريقة روكويل (مقياس ب و ج).
- اختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- اختبار رقم (٦-١٤) : طريقة المعالجة لعينات اختبار الخرسانة فى الموقع .
- ASTM C 31-91, "Making and curing concrete test specimens in the field"
- ASTM C 192-90a, " Making and curing concrete test specimens in the laboratory"

٦-١٣ طريقة تجهيز كمرات الاختبار من الخرسانة الطازجة Preparation of Concrete Test Beams

٦-١٣-١ عام

يصف هذا الاختبار طريقة تجهيز الكمرات القياسية من الخرسانة الطازجة وتستخدم هذه الطريقة في حالة الخرسانة العادية الوزن والخرسانة ذات الهواء المحبوس والخرسانة المجهزة من الركام الخفيف والخرسانة عادية الوزن والخرسانة ثقيلة الوزن بمقاس اعتباري أكبر لا يزيد عن ٢٠ سم للكمرات مقاس ١٠٠ سم × ١٠٠ سم × ٥٠٠ سم طول و عن ٤٠ سم للكمرات مقاس ١٥٠ سم × ١٥٠ سم × ٧٥٠ سم ، ولا تستخدم هذه الطريقة للخرسانة الميواة والخرسانة الصلبة جداً التي لا يمكن تمكها بالهزاز والخرسانة الخالية من الركام الناعم.

٦-١٣-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تحديد مقاومة الخرسانة للانحناء. كما يمكن إعادة استخدام نصف الكمرة بعد الانتهاء في اختبار الضغط باستعمال جهاز المكعب المكافئ.

٦-١٣-٣ الأجهزة

١ - القالب : يجب أن تكون جوانب ونهايات القالب من معدن صلب (يفضل الحديد الزهر أو الحديد الصلب) ويجب ألا يقل رقم صلادة كل من الأوجه الداخلية عن ٩٥ روكويل (مقياس ب) عند تعيينها طبقاً للمواصفات المصرية رقم ٩١٣.

أ - التركيب والتجميع : يجب أن يحتوي القالب على قاعدة متحركة مستوية من الصلب ويجب تربيط جميع أجزاء القالب لمنع تفككه قبل التجميع للاستعمال ، كما يجب تغطية الوصلات بين جوانب ونهايات القالب ، وفيما بينهم وبين القاعدة بطبقة رقيقة من الزيت أو الشحم لمنع فقد الماء. يجب ضبط وتثبيت أجزاء القالب معاً أثناء تجميعه بطريقة تمنع التسرب من القالب. يجب تغطية الأوجه الداخلية للقالب المجمع بطبقة رقيقة من مادة عازلة لمنع التماسك مع الخرسانة.

يجب ترقيم جوانب ونهايات القالب برقم واضح كمرجع أو كود وذلك للمساعدة في تمييز العينات الخرسانية عندما تخرج من القالب ، وللمساعدة في إعادة تجميع القالب بطريقة صحيحة، كما يجب رفض القالب عندما يزيد الخطأ في المقاس عن ضعف المسموح به في البند التالي (ب).

ب - التفاوت المسموح : يجب أن تكون الأبعاد والأوجه الداخلية للقالب الجديد أثناء التجميع دقيقة وفي الحدود التالية :

- الأبعاد : العمق والعرض الداخلي للقالب كل منهما مؤسس على متوسط ٦ قياسات تؤخذ بالتشابه على طول محور القالب. يجب أن يكون المقياس في حدود $150 \pm 0,15$ مم أو $100 \pm 0,15$ مم.

- الاستواء : التجاوز في الاستواء لكل وجه من الأسطح الداخلية يجب ألا يزيد عن $0,03$ مم لكل 150 مم طول و $0,15$ مم لعرض الوجه الكلي وذلك للوجه المتصلة أما في الوجه السفلي للقالب والوجه العلوي للوح القاعدة فإنه يجب ألا يزيد عن $0,06$ مم لكل 150 مم طول ، $0,25$ مم للوجه الكلي.

- التربيع : يجب ألا يزيد التفاوت في التربيع لكل وجه جانبي داخلي بالنسبة للوجه السفلي للقالب كسطح أساس عن $0,5$ مم

- التوازي : التوازي للوجه العلوي للقالب بالنسبة للوجه السفلي للقالب كسطح أساس و لوجه واحد جانبي داخلي بالنسبة للجانب الداخلي الآخر كسطح أساس يجب ألا يزيد عن 1 مم.

- خشونة السطح : يجب ألا تزيد خشونة السطح لكل وجه داخلي عن $3,2$ ميكرومتر عند تحديدها طبقاً للمواصفات المصرية.

٢ - الجاروف بعرض 100 مم تقريباً.

٣ - قضيب الدمك أو مطرقة الهز أو متضدة الاهتزاز : يصنع قضيب الدمك من قضيب صلب يزن $1,8$ كجم وبطول 380 مم وله مقطع مربع طول ضلعه 25 مم بنهاية نصف كروية أو مطرقة هزازة أو متضدة مناسبة لدمك الخرسانة طبقاً لبيند (٦-١٣-٦-٢) و(٦-١٣-٦-٣).

٤ - مسطرين تسويه

٥ - حوض التجهيز : مقياس $1,2 \times 1,2 \times 0,05$ م من معدن غير قابل للصدأ بتخانة $1,6$ مم على الأقل.

٦ - جاروف : بفتحة مربعة كما بالشكل (٦-٢-٢) من مواصفات تعيين الهبوط للخرسانة الطازجة .

٦-١٣-٤ طريقة أخذ العينة

تجهز عينات الخرسانة الطازجة طبقاً لخطوات العمل المذكورة في اختبار رقم (٦-١) بالدليل .

٦-١٣-٥ إعداد العينة

- تفرغ العينة من الوعاء (الأوعية) في حوض تجهيز العينة ، يجب التأكد من عدم وجود إلا طبقة رقيقة من العينة ملتصقة بالوعاء (الأوعية) . تخلط العينة جيداً بالجاروف لتكون مخروطاً ناقصاً على الحوض المسطح لتجهيز العينات.
- تقلب العينة بالجاروف لتكون به مخروطاً جديداً وتكرر هذه العملية ثلاث مرات و يراعى عند عمل المخروط وضع خرسانة كل جاروف عند رأس المخروط حتى تكون الأجزاء المنزلة على الجوانب موزعة بانتظام بقدر الإمكان وحتى لا يتزحزح مركز المخروط.
- يسطح المخروط الثالث بالإدخال الرأسي المتكرر للجاروف خلال رأس المخروط مع رفع الجاروف تماماً من الخرسانة بعد كل مرة.
- يكون من الضروري تعديل خطوات الخلط كالتالي عند تحضير عينات الخرسانة ذات القابلية العالية جداً للتشغيل (مثل الخرسانة المحتوية على الإضافات فائقة اللدونة) كالتالي :

أ - الحوض المسطح لتجهيز العينات : يجب أن تكون الجوانب الرأسية للحوض كبيرة بالدرجة التي تمنع حدوث أي فقد للعينة أثناء الخلط.

ب - خلط العينة : طريقة عمل المخروط غير مناسبة للخرسانة ذات التشغيلية العالية ويوصى باتباع طريقة الخلط البديلة التالية :

عند صب الخرسانة في الحوض المسطح لتجهيز العينات يستخدم الجاروف لتقليب الخرسانة من الخارج نحو المركز مع العمل سريعاً حول جميع جوانب حوض التجهيز . يجب أن تكون الشفة الرأسية للحوض أكبر لتحتوي العينة بدون تدفق أثناء خلط العينة.

٦-١٣-٦ طريقة تجهيز الكمرات

٦-١٣-٦-١ يوضع القالب على سطح جاسئ أفقي أو على منصدة الاهتزاز ، ثم يملأ بالخرسانة بحيث تزال أكبر كمية من الهواء المحصور بقدر الإمكان بدون تقليل

كمية الهواء المحبوس في حالة وجوده وإجراء دمك كامل للخرسانة دون حدوث الانفصال الحبيبي أو وجود زبد الأسمنت على سطح الخرسانة ، ويتم ذلك بوضع الخرسانة في القالب بواسطة الجاروف على طبقات عمق كل طبقة ٥٠ مم على أن تدمك كل طبقة باستخدام قضيب الدمك أو الهزاز بالطريقة الموضحة بالبندين (٦-١٣-٢) و (٦-١٣-٣) . وبعد دمك الطبقة العليا يسوى سطحها مع منسوب قمة القالب باستخدام مسطرين التسوية ثم ينظف السطح الخارجى للقالب.

٦-١٣-٢ الدمك بقضيب الدمك : عند دمك كل طبقة بقضيب الدمك توزع ضربات قضيب الدمك بطريقة منتظمة على مقطع القالب ويتم التأكد من أن قضيب الدمك لم يخترق بوضوح أي من الطبقات السابقة أو يصطدم بقاع القالب بقوة عند دمك الطبقة الأولى..

يتوقف عدد الضربات اللازمة لكل طبقة للدمك التام للعينة على قابلية تشغيل للخرسانة ويجب ألا تقل بأية حال عن ١٥٠ ضربة لكل طبقة للعينات مقاس ١٥٠ مم أو ١٠٠ ضربة لكل طبقة للعينات مقاس ١٠٠ مم ماعدا في حالة الخرسانة ذات قابلية التشغيل العالية جدا ويتم تسجيل عدد الضربات.

٦-١٣-٣ الدمك بالهزاز : عند دمك كل طبقة باستخدام مطرقة أو منضدة الاهتزاز ، يجب أن يستخدم الهز في الحد الأدنى للوصول للدمك التام للخرسانة مع مراعاة تجنب الدمك الزائد نظرا لأنه قد يسبب الانفصال الحبيبي أو فقد الهواء المحبوس إذا وجد. تتوقف الفترة الزمنية للهز على قابلية تشغيل الخرسانة وكفاءة الهزاز ويجب التوقف عن الهز بمجرد أن يصبح سطح الخرسانة ناعماً نسبياً وله مظهر مزجج ثم يتم تسجيل فترة الهز .

٦-١٣-٧ التقرير

٦-١٣-٧-١ عام

يجب أن ينص التقرير على أن الكميات قد تم تجهيزها طبقاً للخطوات الموضحة بهذا الدليل كما يجب أن يذكر في التقرير ما إذا كانت شهادة تحضير العينة متاحة من عدمه فإذا كانت متاحة يزود التقرير بصورة منها.

٦-١٣-٧-٢ معلومات توضع في تقرير الاختبار

أ - معلومات ضرورية

يجب ذكر المعلومات التالية في تقرير الاختبار:

- التاريخ وزمن ومكان تجهيز العينة ورقم تعريف العينة (مجموعة الكمرات).
- زمن ومكان تجهيز الكمرات.
- عدد الكمرات ومقاسها الاسمى.
- طريقة الدمك (يدوي أو آلى) ويجب أن يحتوي التقرير على نوع الجهاز المستخدم وعدد الضربات لقضيب الدمك أو زمن الهز.
- رقم التعريف أو كود الكمرات.
- اسم الشخص القائم بتجهيز الكمرات.
- شهادة تفيد بتجهيز الكمرات طبقاً لمتطلبات هذا الدليل.

ب - معلومات اختيارية

يجب وضع البيانات التالية في تقرير الاختبار عند الطلب :

- اسم المشروع ومكان استخدام الخرسانة.
- اسم المورد ومصدر الخرسانة.
- تاريخ وزمن إنتاج الخرسانة والتسليم في الموقع.
- مواصفات خلط الخرسانة (مثل رتبة المقاومة).
- قابلية تشغيل الخرسانة.
- محتوى الهواء في الخرسانة (إذا كانت مهواة).
- العمر (الأعمار) التي تختبر عندها الكمرات.

٦-١٣-٨ المراجع

- اختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- اختبار رقم (٦-٢) : طريقة تعيين الهبوط للخرسانة الطازجة .

- اختبار رقم (٦-١١) : طريقة تحضير مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة .
- اختبار رقم (٦-١٤) : طريقة المعالجة لعينات اختبار الخرسانة في المعمل .
- ASTM C 78-94, * Test for flexural strength of concrete using simple beam third – point loading *

٦-١٤ طريقة المعالجة لعينات اختبار الخرسانة في المعمل Laboratory Normal Curing for Concrete Specimens

٦-١٤-١ عام

توضح الخطوات التالية أسلوب المعالجة العادية لعينات الخرسانة عند درجة حرارة $20 \pm 2^\circ\text{C}$ بالمعمل وذلك لتجهيز عينات الخرسانة المتصلدة للاختبار عند أعمار يوم واحد أو أكثر. ولا يشمل هذا الدليل على طرق المعالجة السريعة لعينات الخرسانة وطرق معالجة المكعبات للخرسانة غير المحتوية على ركام صغير.

٦-١٤-٢ الهدف

تصف هذه الطريقة المعالجة القياسية العادية لعينات الخرسانة وتعتبر معالجة العينات الخرسانية خطوة هامة في عمر الخرسانة حيث أنه يلزم توفر الظروف اللازمة لإتمام تفاعل الأسمنت مع مياه الخلط.

٦-١٤-٣ الأجهزة

١ - حوض المعالجة : حوض مصنوع من أي مادة ذات صلادة مناسبة ومقامة للتآكل ، تكون مقاساته الداخلية مناسبة لعدد ومقاس العينات التي ستوضع داخله ، وأيضاً تسمح لحركة دورة المياه به. كما تمكن هذه المقاسات من سهولة إخراج العينات من الحوض ، ويجب أن يحتوي الحوض على مياه نظيفة يتم تغييرها كل شهر على الأقل وتكون درجة الحرارة $20 \pm 2^\circ\text{C}$ عند أي نقطة داخل الحوض حيث تخزن العينات. وللتحكم في درجة الحرارة يزود الحوض بغطاء و / أو يعازل و/أو نظام تبريد للمياه بجانب نظام التسخين للمياه.

٢ - ترمومتر : يكون مناسباً لقياس درجات الحرارة القصوى والصغرى للهواء الرطب ودرجة حرارة ماء المعالجة.

٦-١٤-٤ خطوات العمل

١ - تحفظ العينات بعد إعدادها مباشرة في مكان خالٍ من الاهتزازات في ظروف تمنع فقد الرطوبة منها، وإذا كان من الضروري نقل العينات لمكان التخزين فتقل في قوابها مع التأكد من عدم وجود أي فقد في الخرسانة وتحفظ خلال الـ ٢٤ ساعة الأولى بأي من الطريقتين الآتيتين:

- أ - في جو رطوبته النسبية لا تقل عن ٩٠ % في حجرة معالجة ذات هواء رطب.
- ب - تحت حصيرة رطبة أو أي مادة رطبة مناسبة مغلقة تماماً بلقافات من البولي إثيلين أو أي لقافات غير منفذة.
- وتفضل طريقة تخزين العينات كما في الجزء (أ) سالف الذكر ومهما كانت طريقة التخزين المستخدمة يجب أن تكون درجة حرارة العينات $20 \pm 5^\circ \text{C}$.
- ٢ - تُرفع العينات من القوالب قبل الاختبار مباشرة في حالة الاختبار بعد ٢٤ ساعة ، وترفع العينات من القوالب في حالة الاختبار بعد أعمار أكبر من ٢٤ ساعة بعد فترة تتراوح من ١٦ - ٢٨ ساعة من وقت إضافة الماء لمكونات الخرسانة. وإذا كانت الخرسانة لم تصل إلى المقاومة الكافية التي تمكن من رفع العينات من القالب أثناء هذه الفترة يؤخر رفع العينات من القالب خلال ٢٤ ساعة أخرى على أن يستمر تخزين العينات أثناء تلك الفترة الإضافية في نفس الظروف السابقة للحفظ الموضحة في بند (٦-٤-١).
- ٣ - توضع علامة واضحة على كل عينة (رقم مميز أو كود) وتختبر العينات المطلوب اختبارها وتغمر العينات الأخرى بحوض المعالجة وتترك مغمورة لحين اختبارها.
- ٤ - إذا كان من الضروري نقل العينات إلى مكان آخر ، يراعى حماية العينات من التعرض للاهتزازات أثناء النقل مما قد يؤثر على مقاومة الكسر أو أن يغير من نسبة الرطوبة التي تحتويها كما يلي :
- أ - في حالة نقل العينات إلى مكان آخر يراعى حفظ العينات المرفوعة من القالب أو من حوض المعالجة بطريقة تمنع أي تغير ملحوظ في محتوى الرطوبة ويتم ذلك باستخدام صناديق خاصة ذات فراغات مبطنة بلباد مبتل أو أي مادة أخرى مبثلة ، وبعد ملء الصندوق يقلل كل صندوق تماماً أو يغطى بالبولي إثيلين. وبدلاً من ذلك تحاط العينات برمل رطب أو خيش مبتل ثم توضع في كيس من البولي إثيلين.
- ب - توضع العينات المنقولة في حوض المعالجة مدة لا تقل عن ٢٤ ساعة قبل إجراء الاختبار.
- ج - تتم عملية نقل العينات خلال الفترة بين رفعها من القالب وحتى ٢٤ ساعة قبل تاريخ الاختبار ، ويفضل أن تتم عملية النقل في أقل فترة ممكنة.
- ٥ - لتزويد حوض المعالجة بدورة مناسبة من المياه ولتسهيل رفع العينات منه يلزم التأكد من وجود الماء في مسافة لا تقل عن ١٥ مم على الأقل بين العينات بعضها البعض وبين العينات وجوانب الحوض. تستمر معالجة العينات في الماء أطول فترة ممكنة حتى وقت الاختبار.

٦ - تسجل يومياً درجة الحرارة القصوى والصغرى للهواء الرطب ودرجة حرارة ماء المعالجة باستخدام ترمومترات لبيان الحرارة القصوى والصغرى أو بأجهزة التسجيل المستمر.

٦-١٤-٥ عمر العينات المختبرة

يجرى الاختبار في حدود قيم السماح الآتية بالنسبة لعمر العينات تحت الاختبار:

± 30 دقيقة لعمر أقل من وحتى ٣٠ ساعة.

± 3 ساعة لعمر أكثر من ٣٠ ساعة وحتى ١٠٠ ساعة.

± 8 ساعات أكثر من ١٠٠ ساعة وحتى ٦٠ يوماً.

\pm يوم واحد لعمر أكثر من ٩٠ يوماً.

وتحسب الأعمار من وقت إضافة الماء للمواد الأخرى بالخلطة الخرسانية. وتعتبر الأعمار المفضلة لاختبار عينات الخرسانة هي ١، ٢، ٣، ٧، ١٤، ٢٨ يوماً، ١٣، ٢٦ أسبوعاً وسنه. وإذا استخدمت نتائج الاختبار لمقارنة أداء ماكينات الاختبار المختلفة يفضل تقليل قيم حدود السماح.

٦-١٤-٦ التقرير

٦-١٤-٦-١ عام

ينص التقرير على أن العينات عولجت طبقاً لمتطلبات هذا الدليل كما يجب أن يذكر بالتقرير ما إذا كانت شهادة سحب أو تحضير العينة متاحة من عدمه فإذا كانت متاحة فيلزم تزويد التقرير بصورة من هذه الشهادة.

٦-١٤-٦-٢ بيانات تقرير المعالجة

يجب أن يتضمن التقرير البيانات التالية:

- رقم التعريف بالعينات أو الرقم الكودي لها.

- طريقة ونوع المعالجة.

- عدد وشكل وأبعاد العينات.

- فترة ومكان المعالجة للهواء الرطب.

- درجات الحرارة القصوى والصغرى للهواء الرطب ولماء المعالجة.

- شهادة بأن المعالجة تمت طبقاً للمواصفات القياسية المصرية.

- وقت إضافة الماء للمواد الأخرى بالخلطة الخرسانية.

- وقت عمل العينات.
- وقت غمر العينات في حوض (أو أحواض) المعالجة إذا حدث الغمر.
- وقت رفع العينات من حوض (أو أحواض) المعالجة إذا تم ذلك.
- اسم الشخص الذي قام بأخذ العينات ووظيفته.

٦-١٤-٧ أخطاء شائعة والاحتياطات

- عدم حفظ عينات الاختبار خلال الـ ٢٤ ساعة الأولى في جو رطب يؤدي الى نقص في إجهاد الخرسانة .
- عدم رفع العينات من القوالب بعد مضي ٢٤ ساعة يؤدي أيضاً إلى نقص في مقاومة الخرسانة المتصلدة

٦-١٤-٨ المراجع

- المواصفات القياسية المصرية م.ق.م رقم ١٦٥٨ / ١٩٩١ (الجزء الخامس) : طريقة عمل مكعبات الاختبار من الخرسانة.
- اختبار رقم (٦-١) : أخذ عينات الخرسانة الطازجة بالموقع .
- اختبار رقم (٦-١١) : طريقة تحضير مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة .
- اختبار رقم (٦-١٢) : طريقة تحضير أسطوانات الاختبار من الخرسانة الطازجة .

الجزء السابع

اختبارات الخرسانة المتصلدة

مقدمة :

يشتمل هذا الجزء على الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية التي تجرى على الخرسانة المتصلدة معملياً كذلك أسس القبول واشتراطات الرقص لتحديد مدى تحقيقها للخواص المطلوبة لأعمال الخرسانة المسلحة أو الخرسانة سابقة الإجهاد وهذه الاختبارات تشتمل على:

أولاً : الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية :

- اختبار تعيين كثافة الخرسانة المتصلدة
- اختبار تعيين مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة
- اختبار تعيين مقاومة شد الانفلاق للخرسانة المتصلدة
- اختبار تعيين مقاومة الانحناء للخرسانة المتصلدة
- اختبار تعيين معايير المرونة الاستاتيكي للخرسانة المتصلدة

ثانياً : الاختبارات الكيميائية

- اختبار تعيين محتوى الكلوريدات بالخرسانة المتصلدة
- اختبار تعيين محتوى الكبريتات بالخرسانة المتصلدة
- اختبار تعيين محتوى السلفوألومينات بالخرسانة المتصلدة
- اختبار تقدير محتوى المكونات لخرسانة الأسمنت البورتلاندى المتصلدة

١-٧ اختبار تعيين كثافة الخرسانة المتصلدة METHOD FOR DETERMINATION OF DENSITY OF HARDENED CONCRETE

١-١-٧ عام

كثافة الخرسانة المتصلدة هي إحدى خصائصها الطبيعية والتي يمكن بمعلوماتها تقدير بعض الخواص الأخرى مثل ، المسامية، المقاومة، وغيرها من الخواص الأخرى. كما أن هذه الخاصية لازمة فى حساب الأحمال الميتة عند التحليل الإنشائى للمباني. و فى بعض الحالات الخاصة تعتبر نتيجة هذا الاختبار معيارا لقبول أو رفض الخرسانة (مثل الخرسانة الثقيلة لمتشأ معرض لقوى تعويم Uplift Force). و لكن بصفة عامة فإن نتيجة هذا الاختبار ليست معيارا للقبول أو الرفض.

٢-١-٧ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تحديد كثافة الخرسانة المتصلدة فى إحدى الحالات التالية:

- كما تم استلامها فى المعمل

- مشبعة بالماء

- جافة بالفرن

٣-١-٧ تعريفات

كثافة الخرسانة المتصلدة

هي النسبة بين كتلة عينة من الخرسانة المتصلدة إلى حجمها مقدرة بالكيلوجرام/متر مكعب.

٤-١-٧ الأجهزة

- مقدمة ذات ورئية

لقياس أبعاد العينة

- فرن مهيى

يمكن تثبيت درجة حرارته عند 10.5 ± 0.5 م°.

- ميزان

مجهر بحامل لتحديد وزن العينة وهى مغمورة فى الماء بدقة ٠,١ %.

- خزان ماء

ذو حجم ومقاسات مناسبة ليسمح بغمر العينة تماما فى الماء وهى موضوعة على الحامل.

٥-١-٧ العينات

- يجب ألا يقل حجم العينة عن ٥٠ ق^٣ ، حيث ق^٣ هى المقاس الاعتبارى الأكبر للركام المستخدم فى الخرسانة.

- لا يجوز بأى حال من الأحوال أن يقل حجم العينة عن ٠,٠٠١ م^٣.

- تستغل كل العينة الموردة للمعمل فى تحديد الكثافة إلا إذا كان حجمها أكبر من المناسب للمعدات المتاحة فيمكن استخراج قطعة مناسبة منها على أن تمثل كل العينة الموردة.

٦-١-٧ خطوات الاختبار

١-٦-١-٧ تحديد كتلة العينة

- كتلة العينة كما تم استلامها بالمعمل (W_0) : تحدد بوزنها على الميزان ثم تسجل القراءة (W_0).

- كتلة العينة المشبعة بالماء (W_1) : تحدد عند وزنها بعد غمرها فى الماء عند درجة حرارة $20 \pm 2^\circ \text{C}$ حتى يثبت وزنان متتاليان الفارق الزمنى بينهما ٢٤ ساعة (يعتبر الوزن ثابتا إذا كان التغير فيه لايتعدى ٠,٢ %). قبل وزن العينة يجفف سطحها بقطعة قماش رطبة.

- كتلة العينة الجافة بالفرن (W_2) : تحدد بعد تجفيف العينة فى الفرن المهوى عند درجة حرارة $105 \pm 5^\circ \text{C}$ حتى يثبت وزنان متتاليان الفارق الزمنى بينهما ٢٤ ساعة (يعتبر الوزن ثابتا إذا كان التغير فيه لايتعدى ٠,٢ %).

٢-٦-١-٧ تحديد حجم العينة

- تحديد الحجم بطريقة الإزاحة: يستخدم للعينات ذات الأشكال غير المنتظمة. وهذه الطريقة لا تصلح للعينات التى تتطلب طبيعتها عدم تغيير محتواها من الرطوبة أو الخرسانة الخفيفة المحتوية على فراغات كبيرة الحجم أو الخرسانة التى لا تحتوى على ركام صغير و بها فراغات كبيرة الحجم.

- تشبع العينة بالماء ثم توزن ويعين وزنها (W_1) كجم كما فى البند (١-٦-١-٧)

- توضع العينة على الحامل ثم تغمر فى الماء ويعين وزنها و هى مغمورة فى الماء بعد التخلص من أى فقاعات هواء تكون ملتصقة بسطوح العينة و ليكن (W_3) كجم.
- يتم تصحيح الوزن بعد طرح وزن الحامل فارغا و هو مغمور فى الماء لنفس العمق الذى قيس عنده وزن العينة وليكن الوزن المصحح (W_4) كجم.
- يحدد حجم العينة بالمتر المكعب من العلاقة:

$$V = (W_1 - W_4) / 1000$$

- تحديد حجم العينة بالقياس المباشر: فى حالة ما إذا كانت العينة تتمتع بشكل منتظم يمكن قياس أبعاده وحساب الحجم منها فإنه يمكن استخدام القدمة ذات الورنية فى هذا الغرض مع تسجيل الأبعاد لأقرب مم.

٧-١-٧ النتائج

- كثافة العينة بالكيلو جرام / م^٣ كما تم توريدها للمعمل
تحسب من المعادلة:

$$D_0 = W_0 / V$$

- كثافة العينة المشبعة بالكيلو جرام / م^٣
تحسب من المعادلة:

$$D_1 = W_1 / V$$

- كثافة العينة جافة بالفرن بالكيلو جرام / م^٣
تحسب من المعادلة:

$$D_2 = W_2 / V$$

٧-١-٨ التقرير

يجب أن يشتمل تقرير هذا الاختبار على المعلومات التالية:

- ١ - اسم المشروع
- ٢ - الرقم الكودى للعينة
- ٣ - تاريخ الاختبار.
- ٤ - حالة العينة عند استلامها فى المعمل

٥ - مقاسات و وزن العينة.

٦ - ما إذا كانت العينة اختبرت بحالتها الأصلية أم تم قطعها و تسويتها.

٧ - حالة العينة عند اختبارها (كما تم استلامها - مشبعة - جافة بالفرن)

٨ - كيفية تحديد حجم العينة

٩ - كثافة العينة.

١٠ - ملاحظات.

٧-١-٩ المراجع

ISO 6275 Concrete – hardened – Determination of density.

BS 1881: Part 114 Methods for Determination of Density of Hardened Concrete

٧-٢- اختبار تعيين مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة

DETERMINATION OF COMPRESSIVE STRENGTH OF
HARDENED CONCRETE SPECIMENS

٧-٢-١ عام

تعتبر مقاومة ضغط عينات الخرسانة المتصلدة أهم الخواص الميكانيكية ويمكن بمعرفتها تقدير قيمة الخواص الميكانيكية الأخرى مثل مقاومة الشد فى الاتحناء ومقاومة القص ومعايير المرونة الإستاتيكية. وتوقف مقاومة ضغط عينات الخرسانة على العديد من العوامل منها خواص و نسب المكونات ، شكل العينة ومقاساتها بالإضافة إلى ظروف الاختبار مثل خواص مكنة الاختبار ومعدل التحميل وكذلك ظروف المعالجة والتخزين قبل الاختبار وعمر العينة.

٧-٢-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تحديد مقاومة ضغط عينة من الخرسانة المتصلدة، و يفيد ذلك فى تحديد رتبة الخرسانة المنتجة ومدى مطابقتها لاشتراطات المشروع الهندسى. وعلى هذا فإن نتيجة هذا الاختبار بنى عليها قبول أو رفض عينات الخرسانة وأى إجراءات أخرى (مثل اللجوء إلى اختبارات غير متلفة) لتحديد ملائمة الخرسانة المنتجة لظروف التشغيل فى المنشأ.

٧-٢-٣ الأجهزة

الجهاز المستخدم فى هذا الاختبار مكنة اختبار ضغط مطابقة لاشتراطات المواصفة القياسية الدولية ISO 4012 أو المواصفة القياسية البريطانية BS 1881: Part 115. ويجب أن تتوفر فيها الاشتراطات الآتية:

- القدرة على التأثير بالحمل بالمعدل المطلوب و تثبيتته عند القيمة المطلوبة.
- ألا تقل قيمة حمل الكسر للعينة عن ١٠/١ من قيمة مدى قياس المكنة.
- أن تؤمن دقة مكنة الاختبار ومؤشر قياس الحمل تحديد حمل الكسر بدقة +١%.
- أن يكون لوحا التحميل لمكنة الاختبار المستخدمة من الصلب المصلد الذى لا يقل رقم روكويل (C) للصلادة له عن ٥٥ ، و لا يقل سمك الطبقة المصلدة عن ٥ مم.
- أن تكون أبعاد لوحى المكنة فى المسقط الأفقى أكبر من أبعاد عينة الاختبار و إذا استخدمت قطع صلب ثانوية لتغيير المسافة الحرة بين لوحى تحميل المكنة و العينة فيجب أن يكون لها نفس الخواص السابق ذكرها عن لوح تحميل المكنة الأصلي و ألا يقل سمكها عن ٢٥ مم.

- أن يجليخ سطحاً لوحى تحميل المكنة لضمان استوائهما مع مراعاة أن حدود السماح لاستواء السطح هى ٠,٠٢ مم لكل ١٠٠ مم من طول ضلع المكعب أو قطر الأسطوانة. و عندما يؤدي الاستعمال المتكرر للمكنة إلى تجاوز هذا الحد فإنه يجب إعادة تجليخ سطحى اللوحين لاستعادة استواء سطحيهما.
- يفضل أن يكون لوح التحميل العلوى للمكنة ذا مرتكز كروى أبعاده تجعل أى تشكلات تحدث للوح التحميل تحت تأثير أحمال التشغيل لا تتعدى حدود استواء السطح سالفة الذكر.
- أن يكون مركز المرتكز الكروى على سطح لوح تحميل المكنة أو على مسافة منه لا تزيد عن ٢٠٠/١ من طول قطر لوح التحميل كما يجب ألا يزيد قطر المرتكز كثيراً عن البعد الأكبر من أبعاد سطح عينة الاختبار الملامس للوح التحميل.

٧-٢-٤ العينات

٧-٢-٤-١ اشتراطات عامة

- يجب أن تتوافق عينات الاختبار مع اشتراطات الاختبار رقم (٦-١١) بالدليل أو المواصفات الخاصة بالمشروع .
- لا يجوز اختبار العينات التي تخرج غير سليمة من قوالب الصب.

٧-٢-٤-٢ مراجعة الأبعاد والشكل

يتم قياس الأبعاد التالية لأقرب ملليمتر:

- للعينات المكعبة الشكل؛ جميع الأبعاد الجانبية (a) .
 - للعينات الأسطوانية الشكل ؛ القطر (d) والارتفاع (L).
 - للعينات المنشورية الشكل ، الطول (L) والعرض (d₁) والارتفاع (d₂) .
- وهذه الأبعاد يجب قياسها كما هو موضح بالشكل رقم (٧-٢-١).
- إذا توافرت أى درجة من الشك بعد الفحص البصرى فى مدى مطابقة استواء أسطح العينة التي ستعرض للتحميل أو فى تعامد سطوح العينة على بعضها لاشتراطات المواصفات القياسية يجب مراجعة الزوايا بين أسطح التحميل والأسطح المتقاطعة معها كالموضح بالشكل رقم (٧-٢-٢). كما يجب قياس مدى استواء سطحى التحميل ومقارنة ذلك بالحدود المسموح بها طبقاً لاشتراطات المواصفات المختصة.

٧-٢-٤-٣ تعديل عينة الاختبار

إذا لم تحقق العينة الاشتراطات السابقة فيمكن عندئذ تعديل استواء وتعادم أسطح العينة وأبعادها بإحدى الطرق التالية:

٧-٢-٤-٣-١ القطع والتجليخ

ويتم بطريقة لا تسبب حدوث تغيرات في خواص العينة .

٧-٢-٤-٣-٢ عمل وسادة لأسطح التحميل

- يجب أن تحقق مادة الوسادة تسوية تامة لسطح التحميل وأن تتماسك بشكل جيد مع سطح العينة ولا تؤثر في الخرسانة بأي شكل.

- يجب أن تكون مقاومة مادة الوسادة عند الاختبار أكبر من المقاومة المتوقعة للخرسانة ويجب ألا يزيد سمك طبقة التسوية عن ٢ % من أصغر بعد في العينة.

٧-٢-٤-٤ تعيين وزن العينة

يجب مسح الماء من على سطح العينة قبل تعيين وزن العينة التي تم معالجتها بالغمر بالماء أو في جو مشبع بالرطوبة ثم يعين وزنها بدقة $\pm 0.25\%$.

ويجب تدوين حالة رطوبة العينة (مشبعة - جافة في الهواء - جافة بالفرن).

٧-٢-٤-٥ تعيين الكثافة الظاهرية

تعيين الكثافة الظاهرية بحساب ناتج قسمة وزن العينة (المحدد في البند ٧-٢-٤-٤) على حجم العينة (المحدد من أبعادها المقاسة في البند ٧-٢-٤-٢).

٧-٢-٥ خطوات الاختبار

- يتم تنظيف سطحى لوحى تحميل المكنة وكذلك سطحى تحميل العينة.

- توضع العينة على اللوح السفلى للمكنة مع ضبط محورها لينطبق على محور تحميل المكنة - يجب ألا يتعدى الخطأ فى ضبط المحورية ١/١٠٠ من طول ضلع العينة أو قطرها.

- عندما يبدأ التماس بين لوح المكنة العلوى و العينة يتم ضبط المركز الكروى لضمان توزيع منتظم للحمل على سطح تحميل العينة.

- يتم زيادة الحمل بشكل منتظم بمعدل ثابت يتراوح بين 0.6 ± 0.4 نيوتن/مم^٢/ثانية.

- يستخدم معدل التحميل البطيء لعينات الخرسانة ذات المقاومة المنخفضة بينما يستخدم معدل التحميل السريع لعينات الخرسانة ذات المقاومة المرتفعة.
- عندما تبدأ تشكلات العينة فى التزايد بسرعة قبل أن تنهار تماما يجب أن يوقف القائم على الاختبار أى تعديل فى معدل التحميل و أن يترك العينة تتشكل تحت تأثير الحمل دون تغيير معدل التحميل.
- يتم زيادة الحمل حتى يحدث الانهيار التام للعينة و يحدد حمل الانهيار.

٦-٢-٧ النتائج

تُحسب مقاومة ضغط العينة (f_{cc}) مقدرة بالنيوتن/مم² بالمعادلة التالية:

$$f_{cc} = \frac{F}{A_c}$$

حيث:

F = أقصى حمل تعرضت له العينة (حمل الانهيار) بالنيوتن

A_c = مساحة مقطع العينة الواقع عليها الحمل بالمليمتر المربع

وتقدر قيمة مقاومة الضغط لأقرب ٠,٥ نيوتن/مم².

٧-٢-٧ أخطاء شائعة

- من الأخطاء الشائعة التى تحدث عند إجراء هذا الاختبار الهام مايلي:
- إنهاء الاختبار قبل التأكد من تمام انهيار العينات (يؤثر فى حساب تشتت نتائج العينات)
- عدم إثبات وجود ركام ذى مقاس اعتبارى أكبر لايتناسب مع أبعاد عينة الاختبار فى تقرير الاختبار (مثل وجود ركام مقاسه الاعتبارى الأكبر ٤٠ مم فى مكعب قياسى طول ضلعه ١٥٠مم).
- عدم إثبات حدوث انهيار للعينة بشكل مختلف عن الأشكال المعتادة مما يوضح وجود عيوب فى تجهيز العينة.
- اختبار عينة الخرسانة دون التأكد من أن مقاومة الوسادة المصبوبة فوقها تتعدى مقاومة العينة.
- استخدام مكنة اختبار ذات مضخة يدوية لا تؤمن معدل تحميل ثابت.
- استخدام معدل تحميل أعلى من المسموح به (التأثير بالحمل فى الظروف المثالية يستغرق ما يقرب من دقيقة لعينة مقاومتها ٣٠ نيوتن/مم²) و زيادة معدل التحميل قد تعطى نتائج أعلى من النتائج الحقيقية.

٧-٢-٨ التقرير

يجب أن يشتمل تقرير هذا الاختبار على المعلومات التالية:

٧-٢-٨-١ بيانات يدلى بها منتج عينات الاختبار

- أ - بيانات إلزامية
- الرقم الكودى للعينه
- تاريخ صب الخرسانة
- ظروف المعالجة و التخزين
- العمر المطلوب عنده اختبار العينه

ب - بيانات اختيارية

- اسم المشروع
- اسم جزء المبنى أو العنصر الإنشائى
- رتبة الخرسانة
- نسب الخلطة
- نوع الأسمنت و نسبة م/س
- نوع الإضافات (إذا وجدت)

٧-٢-٨-٢ بيانات يدلى بها معمل الاختبار

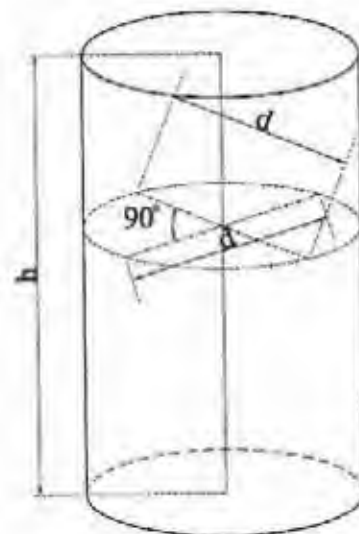
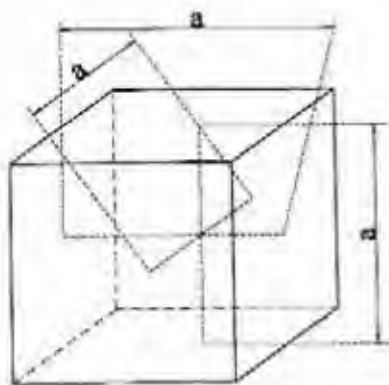
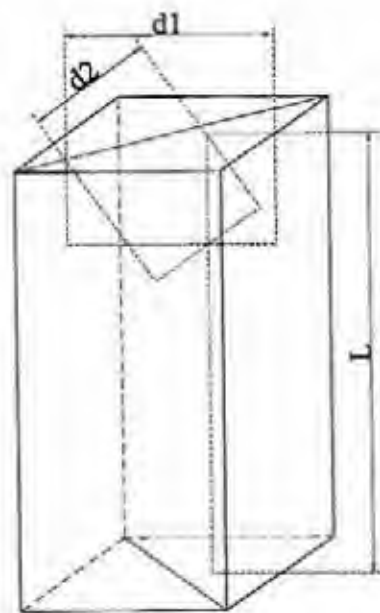
- حالة العينه عند استلامها فى المعمل و أى معاملات لسطحها.
- نوع و مقاسات العينه
- أى علامات على العينه
- تاريخ استلام العينه
- حالة المعالجة و التخزين
- تاريخ الاختبار
- عمر العينه
- الكثافة الظاهرية للعينه
- مقاومة الضغط التى تم تعيينها
- ملاحظات

٩-٢-٧ المراجع

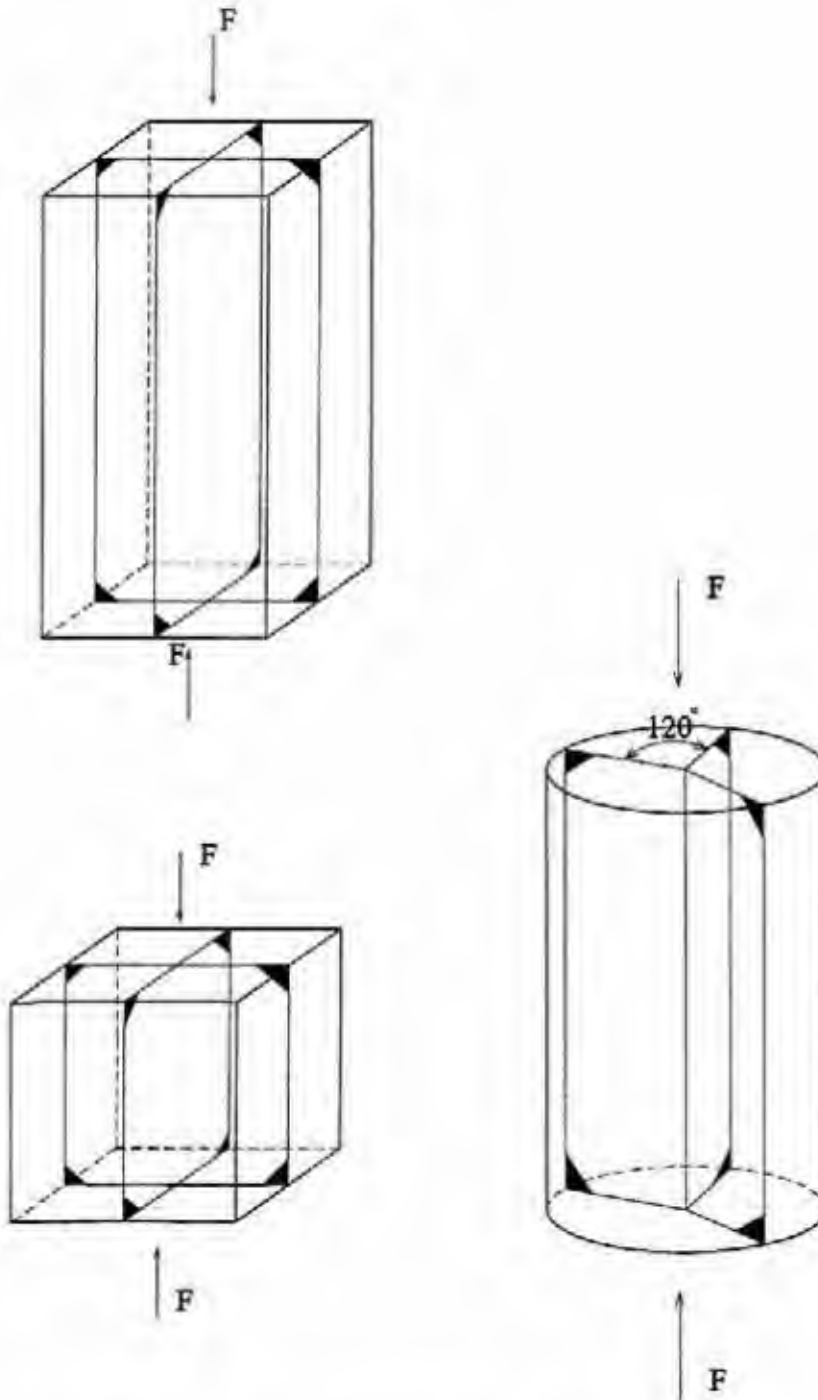
م.ق.م. ١٦٥٨ اختبار الخرسانة - الجزء الرابع و الجزء الخامس "طريقة عمل عينات اختبار

الخرسانة المتصلدة من الخرسانة الطازجة".

- ISO 1920 Concrete test - Dimensions, tolerances and applicability of test specimens.
 ISO 2736 Concrete - Sampling, making and curing of test specimens.
 ISO 6275 Concrete - Concrete, hardened - Determination of density.
 ISO 4012 Concrete - Determination of compressive strength of test specimens.
 BS 1881: Part 115 Testing Concrete - Specification for compression testing machines of concrete .



شكل رقم (٩-٢-٧) قياس أبعاد العينات



شكل رقم (٧-٢-٢) مراجعة الزوايا بين أسطح التحميل والزوايا المتقاطعة معها

٧ - ٣ اختبار تعيين مقاومة شد الانفلاق للخرسانة المتصلدة

DETERMINATION OF TENSILE SPLITTING STRENGTH OF HARDENED CONCRETE

٧-٣-١ عام

يُجرى هذا الاختبار على عينات خرسانية ذات أشكال أسطوانية أو مكعبة أو منشورية. وتُقَل مقاومة شد الانفلاق عن مقاومة شد الانحناء (f_b) فتصل إلى حوالى ثلثى مقاومة الانحناء. ومقاومة الشد عموماً ليست معياراً لقبول أو رفض الخرسانة إلا فى حالة بعض المنشآت الخاصة التى يحكم التصميم فيها مقاومة الخرسانة للشد المباشر مثل الخزانات الدائرية.

٧-٣-٢ الهدف

تعيين مقاومة الخرسانة للشد غير المباشر (شد الانفلاق). كما تستخدم نتائج هذا الاختبار فى تقدير مقاومة القص للأعضاء الخرسانية ذات الركام الخفيف.

٧-٣-٣ تعريفات

- إجهادات شد الانفلاق

هى إجهادات شد تتولد بالعينة عن طريق تحميل العينة بأحمال ضغط خطية جانبية .

٧-٣-٤ الأجهزة

يتكون الجهاز من ماكينة التحميل وتركيبات تثبيت وتحميل العينة

٧-٣-٤-١ ماكينة التحميل

يجب أن تتوافق مواصفات ماكينة التحميل مع ماكينة اختبار الضغط بند (٧-٢-٣).

٧-٣-٤-٢ تركيبات التثبيت

هناك تركيبتان يمكن استخدامهما. الأولى (A) وتصلح للعينات الأسطوانية أو المكعبة أو المنشورية والثانية (B) وتصلح للعينات المكعبة والمنشورية فقط .

٧-٣-٤-٢-١ التركيبة الأولى (A)

وتتكون من:

- حشوات تحميل من القبر المضغوط (Hard board) المطبق بالزيت وتكون الحشوات بعرض $a = 10 \pm 2$ مم وسمك $t = 4 \pm 1$ مم وطول أكبر من طول خط التلامس مع العينة .

- قطع التحميل الصلب والتي توضع بين لوح التحميل لماكينه التحميل وحشوات التحميل ويجب ألا يقل طول قطع التحميل عن طول العينة وهى ذات مقطع مستطيل فى حالة العينات الأسطوانية أو تكون جزءا طويلا من أسطوانة بقطر ١٥٠ مم فى حالة العينات المكعبة أو المنشورية وذلك لضمان التحميل الخطى على جانب العينة كما يظهر بالشكلين (٧-٣-١، ٧-٣-١ب).

٧-٣-٤-٢ التركيبه الثانيه (B)

وفىها قطع التحميل عبارة عن ألواح تحميل مساعدة تحتوى على شرائح من الصلب كما يظهر بالشكل (٧-٣-٢) والشرائح بعرض $a = 6 \pm 1$ مم للعينات ١٥٠ مم أو 4 ± 1 مم للعينات ١٠٠ مم) وسماكته $t = 4 \pm 1$ مم وطول أكبر من خط التلامس مع العينة مع مراعاة نفس الاشتراطات الخاصة بقطع التحميل بالتركيبه الأولى (A).

٧-٣-٥ العينات

- تستعمل عينات أسطوانية أو منشورية أو مكعبة مع استعمال تركيبه التثبيت المناسبة. وفى أغلب الأحيان تستعمل عينة أسطوانية قطر ١٥٠ مم وارتفاع ٣٠٠ مم .
- تصب العينات بالقوالب وتعالج وتخزن تبعا للاختبارات أرقام (٦-١١، ٦-١٢، ٦-١٣، ٦-١٤) بالدليل .
- يجب التأكد من انتظام شكل العينة المصبوبة وخلوها من أى عيوب كميل فى المحور أو وجود تشقق.

٧-٣-٦ خطوات الاختبار

- تُوزن العينات مشبعة أو حسب ورودها وتُراجع الأبعاد الاسمية ومقاسات كل عينة ثم تُعين كثافة كل عينة وذلك طبقا لما ورد باختبار (٧-١) .
- تُنظف أسطح كل من ألواح التحميل بماكينه الاختبار وقطع التحميل وحشوات التحميل كما تزال أى عوالق سائبة بسطح العينة الملامس لحشوات التحميل أو قطع التحميل .
- تُوضع العينة بالتركيبه المناسبة كما هو موضح بأحد الشكلين (٧-٣-١، ٧-٣-٢) ثم تُدخل التركيبه بماكينه الاختبار ويتم التأكد من تمركز العينة (مع التركيبه) داخل ماكينه الاختبار وذلك بتحريك العينة على لوح التحميل السفلى ذى العلامات المتحدده المركز بحيث تتساوى أبعاد العلامات المرسومة عن حدود التركيبه من جميع الجهات. كما يتم التأكد من تطابق محاور التحميل مع محور العينة . وفى حالة العينات المكعبة أو المنشورية يجب التأكد من تحميل أوجه العينة المتعامدة مع اتجاه الصب أى الأوجه التى لم يتم تسويتها بعد الصب كما هو موضح بالشكل (٧-٣-٣) .

- تُحمل العينة بدون صدم حتى الكسر بمعدل تحميل ثابت بحيث تتولد اجهادات متزايدة بالعينة بمعدل يتراوح من ٠,٠٢ إلى ٠,٠٤ نيوتن/مم^٢/ثانية ويمكن حساب معدل التحميل من :

$$d \times L \times \pi \times (0,02 - 0,01) \text{ نيوتن/ثانية.}$$

حيث :

L : هي طول التحميل انظر شكل (٣-٣-٧)

d : هو بعد مقطع العينة المعرض للانفلاق انظر شكل (٣-٣-٧)

- يجب المحافظة على معدل التحميل أثناء الاختبار حتى الكسر .

- يُعين حمل الكسر ويُلاحظ شكل الكسر وحالة سطحه .

٧-٣-٧ النتائج ج

تُحسب مقاومة شد الانفلاق كالآتي :

$$\frac{2F}{\pi dL} = \text{مقاومة شد الانفلاق}$$

حيث :

F : حمل الكسر (بالنيوتن)

L : طول التحميل (بالمم) ، انظر شكل (٣-٣-٧)

d : بعد مقطع العينة المعرض للانفلاق (بالمليمتر) ، انظر شكل (٣-٣-٧)

تُحسب مقاومة شد الانفلاق لأقرب ٠,٠٥ نيوتن/مم^٢

٨-٣-٧ التقرير

يشتمل تقرير هذا الاختبار على البيانات التالية :

١-٨-٣-٧ بيانات من مورد العينة :

أ - بيانات إلزامية

- تاريخ وتوقيت ومكان اخذ العينة الخرسانية ورقم العينة الخرسانية

- تاريخ ومكان عمل العينة وطريقة الدمك والجهاز المستخدم

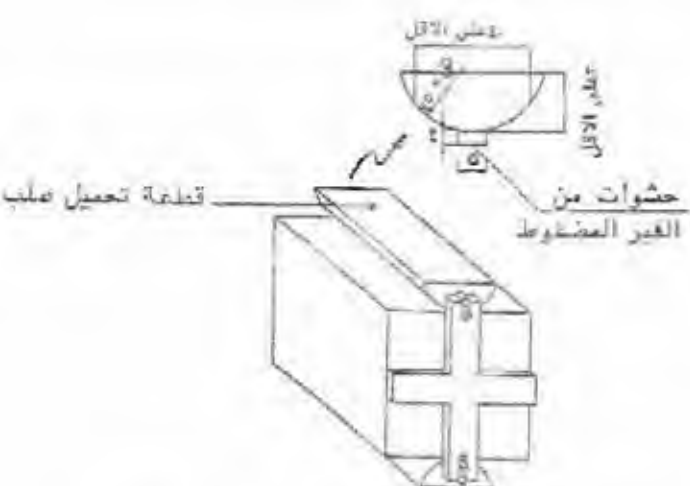
- تمييز وأبعاد العينة الاسمية

- الرقم الكودى للعينة

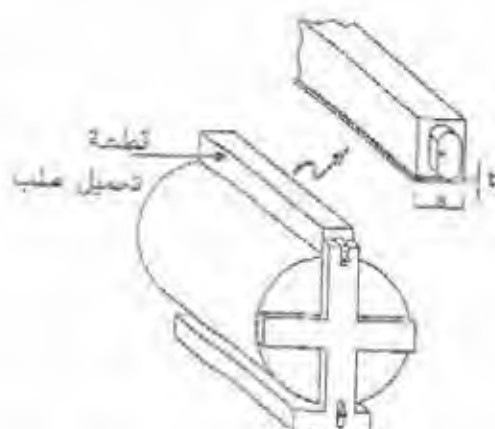
- اسم مورد العينة
- عمر العينة عند الاختبار
- كيفية المعالجة والتخزين
- بي - بيانات اختيارية
 - اسم المشروع والمكان المأخوذ منه عينة الاختبار
 - اسم المورد ومصدر الخرسانة
 - تاريخ وتوقيتاً توريد الخرسانة للموقع
 - تصنيف الخرسانة (مقاومتها المميزة على سبيل المثال)
 - قوام الخرسانة
- ٧-٣-٨ - بيانات من سجل الاختبار
 - الرقم الكودى للعينة
 - أبعاد العينة المراجعة
 - تاريخ وصول العينة للمعمل
 - حالة العينة عند وصولها للمعمل (تعشيش ، دملك سيئ : ... الخ)
 - طرق إزالة الزوائد
 - طرق المعالجة والتخزين بالمعمل
 - حالة العينة أثناء اختبارها (مشبعة أم مبتلة)
 - تاريخ الاختبار
 - عمر العينة عند اختبارها
 - وزن العينة (مقبعة أو حالة ورودها)
 - كثافة العينة (مشبعة أو حالة ورودها)
 - الحمل الأقصى عند الكسر
 - مقاومة شد الانفلاق
 - شكل الكسر وحالة سطحه
 - ملاحظات أخرى
- ٧-٣-٩ المراجع

BS - 1881 Testing Concrete

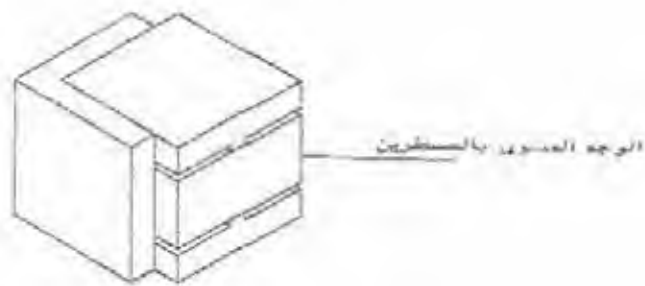
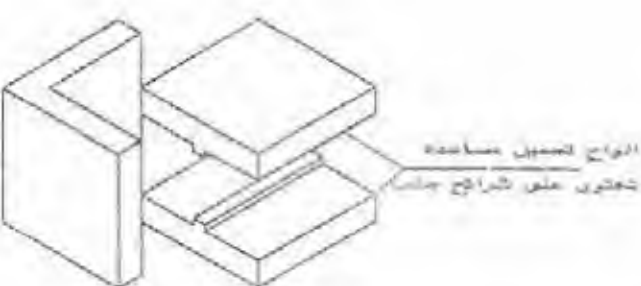
Part 117 Method for determination of tensile splitting strength .



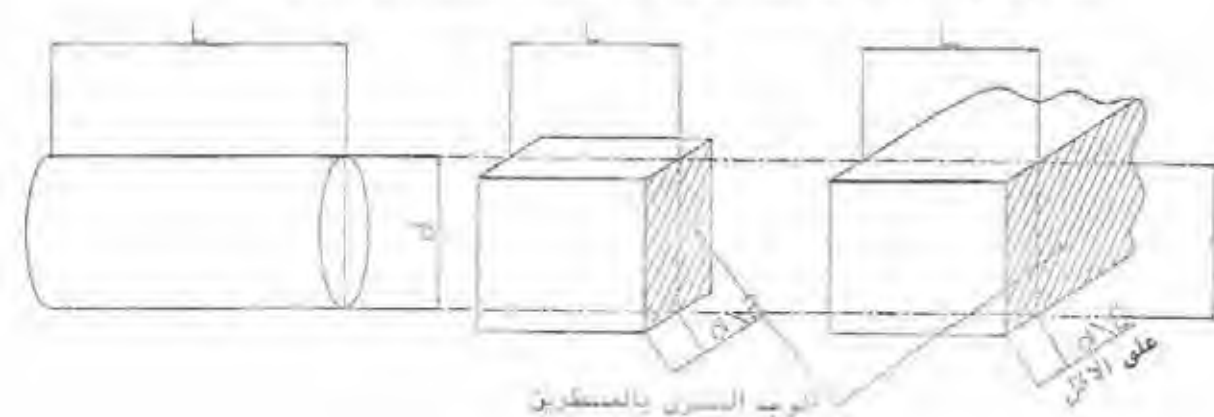
شكل رقم (٧-٣-١-ب) التركيبة الأولى (A) للعينات المكعبة والمسطوية



شكل رقم (٧-٣-١-أ) التركيبة الأولى (A) للعينات الاسطوانية



شكل رقم (٧-٣-٢) التركيبة الثانية (B) للعينات المكعبة والاسطوانية



شكل رقم (٧-٣-٣) أبعاد العينات

٧-٤ إختبار تعيين مقاومة الانحناء للخرسانة المتصلدة

DETERMINATION OF FLEXURAL STRENGTH OF
HARDENED CONCRETE

٧-٤-١ عام

يُجرى هذا الإختبار على عينات خرسانية متصلة على شكل كمرات محملة بحملين مركزين بثلاث وثلاثي البحر مما يولد عزم انحناء ثابت على المقاطع بالثلث الأوسط للعينة. ويمكن إختبار الكمر كذلك بالتحميل بحمل مركز بمنصف بحر العينة كما سيوضح فيما بعد.

٧-٤-٢ الهدف

تعيين مقاومة عينات الخرسانة للشد الناتج من الانحناء (معايير الكسر) .

٧-٤-٣ الأجهزة

يتكون الجهاز من ماكينة التحميل وتركيبية التحميل للعينة.

٧-٤-٣-١ ماكينة التحميل

يجب أن تكون للماكينة القدرة على التأثير بالحمل بانتظام واستمرارية في الاتجاه الرأسي ويجب إختيار مدى التحميل بحيث يكون حمل الكسر في حدود خمس أقصى حمل ويجب أن تكون دقة الماكينة في القياس في حدود $\pm 1\%$ من قيمة أقصى حمل .

٧-٤-٣-٢ تركيبية التحميل

وتتكون من دعامتين لارتكاز الكمرة كما هو مبين بالشكل (٧-٤-١) ودعامتين للتحميل (أو دعامة واحدة في حالة التحميل بحمل مركز بمنصف الكمرة كما هو مبين بالشكل (٧-٤-٢) وكل الدعامات من الصلب وذات مقطع دائري يتراوح قطرها من ٢٠ إلى ٤٠ مم. أما طول الدعامة فيجب أن يزيد على عرض الكمرة بحوالى ١٠ مم. ويجب أن تتمكن الدعامات - فيما عدا إحدى دعامات الارتكاز - من الدوران حول محورها والميل في مستوى متعامد مع محور العينة الطولى ويجب أن تكون المسافة بين دعامتي الارتكاز مساوية لثلاثة أضعاف عمق الكمرة وأن تحدد المسافة بين الدعامات بدقة وفي حدود ± 0.5 مم.

٧-٤-٤ العينات

- كمرات من الخرسانة ذات مقطع مربع طول ضلعه ١٠٠ مم أو ١٥٠ مم يتم إعدادها ومعالجتها وتخزينها تبعاً للاختبارات أرقام (٦-١٣، ٦-١٤) بالدليل.

- يجب التأكد من أن الأسطح المحملة مستوية ومتوازية .
- يجب التأكد ألا يزيد المقاس الاعتباري الأكبر لركام الخرسانة عن ثلث أقل بعد للكمرة ولضمان ذلك تتخل عينة الخرسانة الطازجة على المنخل المناسب قبل صب العينة .
- يجب أن تكون عمليات ضبط سطح العينة كالصقل في أضيق الحدود .

٧-٤-٥ خطوات الاختبار

- تقاس أبعاد العينة ويُحسب كل بعد كمتوسط لثلاثة قياسات .
- تُوضع العينة بماكينة الاختبار على دعائمي الارتكاز بحيث لا يكون الارتكاز أو التحميل على سطح الصب .
- لا يبدأ التحميل حتى تتلامس جميع الدعائم بانتظام مع العينة .
- تُحمل العينة بمعدل 0.06 ± 0.04 نيوتن/مم^٢/ثانية بانتظام حتى الكسر .
- يُعين حمل الكسر للعينات التي يقع سطح كسرها بالثلث الأوسط لبحر العينة. ويجب استبعاد النتائج الذي يظهر الكسر بها خارج الثلث الأوسط للبحر .
- في حالة استخدام حشوات بين الدعائم والكمرة يجب أخذ ذلك في الاعتبار عند حساب الإجهادات بزيادة عمق الكمرة بمقدار الحشوات وذلك إذا وقع الكسر تحت الدعامة .

٧-٤-٦ الفنانج

تُحسب النتائج كالتالي :

$$\text{مقاومة الانحناء (نيوتن/مم}^2\text{)} = \frac{FL}{d_1 d_2^2} \quad \text{في حالة التحميل بثلث وثلثي البحر}$$

$$\text{مقاومة الانحناء (نيوتن/مم}^2\text{)} = \frac{3FL}{2d_1 d_2^2} \quad \text{في حالة التحميل بمنتصف البحر}$$

حيث :

F : حمل الكسر (بالنيوتن)

l : بحر الكمرة بالمم

d₁ : عرض قطاع الكمرة بالمم

d₂ : عمق الكمرة بالمم

حيث اسمياً d₁ - d₂ = عمق الكمرة

تُحسب مقاومة شد الانفلاق لأقرب 0.1 نيوتن/مم^٢

٧-٤-٧ التقرير

يشتمل تقرير هذا الاختبار على البيانات التالية :

٧-٤-٧-١ بيانات من موزع العينة

أ - بيانات إلزامية

- تمييز العينة
- تاريخ إعداد العينة
- كيفية المعالجة والتخزين
- عمر العينة عند إجراء الاختبار

ب - بيانات اختيارية

- المشروع أو المبنى
- جزء المبنى الممثل له العينة
- مقاومة الانحناء المطلوبة
- نوعية الأسمنت المستخدم ونسبة م/س
- نوعية الإضافات المستخدمة (حالة استخدامها)

٧-٤-٧-٢ بيانات من معمل الاختبار:

- طريقة تحميل العينة ، أحمال بثلاث وثلاثي البحر أم حمل بمنتصف البحر
- حالة العينة عند ورودها للمعمل
- حدود عمليات ضبط أسطح العينة
- تاريخ استلام العينة
- نوعية وأبعاد العينة
- كيفية المعالجة وطريقة تخزين العينة
- تاريخ إجراء الاختبار
- عمر العينة عند الاختبار
- حمل الكسر
- مقاومة الانحناء
- ملاحظات أخرى

٧-٥ اختبار تعيين معايير المرونة الإستاتيكي للخرسانة المتصلدة

DETERMINATION OF STATIC MODULUS
OF ELASTICITY OF HARDENED CONCRETE

٧-٥-١ عام

معايير المرونة الإستاتيكي في الضغط هو أحد الخواص المميزة للخرسانة و التي تستخدم في تعيين التشكلات الحادثة في العناصر الإنشائية تحت تأثير الأحمال. و نتيجة هذا الاختبار لا تتخذ كمعيار لقبول أو رفض عينة الخرسانة المختبرة.

٧-٥-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى تحديد معايير المرونة الإستاتيكي في الضغط لعينة خرسانة أسطوانية (مصبوبة خصيصا أو مستخرجة من عنصر خرساني).

٧-٥-٣ تعريفات

يقصد بمعايير المرونة في هذا الاختبار : معايير القاطع لمنحني الإجهاد و الانفعال بين إجهاد ٠,٥ نيوتن/مم^٢ و إجهاد يساوي ثلث مقاومة ضغط الخرسانة.

٧-٥-٤ الأجهزة

- تشمل الأجهزة المستخدمة في هذا الاختبار مكنة اختبار ضغط مطابقة للاشتراطات الموضحة بالبند (٧-٢-٣) و تكون هذه المكنة قادرة على التأثير بالحمل بالمعدل المطلوب وثباته عند القيمة المطلوبة.

- يستخدم جهاز لقياس التغير في الطول بحيث تكون دقته $\pm 1.0 \times 10^{-6}$ على الأقل، و يكون له طول قياس لا يقل عن ثلثي قطر عينة الاختبار .

- يجب أن يحتوى جهاز قياس التغير في الطول على مقياسين لقياس التغير في الطول على وجهين متقابلين من أوجه العينة في حالة العينة المنشورية .

٧-٥-٥ العينات

- من الأفضل أن تكون عينة الاختبار أسطوانية الشكل بقطر ١٥٠ مم و ارتفاع ٣٠٠ مم. على أنه يمكن استخدام أشكال أخرى على أن تكون نسبة الارتفاع /قطر العينة محصورة بين ٢ و ٤ أى $(2 \leq L/d \leq 4)$. كما يجب ألا يزيد المقاس الاعتباري الأكبر للركام المستخدم عن ربع قطر العينة.

- العينات المستخرجة من العناصر الإنشائية قد لا تتحقق لها الشروط السابقة و فى هذه الحالة يجب ذكر ذلك فى تقرير الاختبار .
- يجب إعداد عينات الاختبار و معالجتها طبقا للاختبارات أرقام (٦-١٢ ، ٦-١٤) بالدليل .
- توزن العينات مشبعة أو حسب ورودها وتراجع الأبعاد الاسمية ومقاسات كل عينة ، ثم تعين كثافة كل عينة وذلك طبقا لما ورد بالاختبار (٧-١) .

٧-٥-٦ خطوات الاختبار

٧-٥-٦-١ تحديد مقاومة الضغط

يتم تحديد مقاومة الضغط باختبار ثلاث عينات مشابهة للعينات التى سيتم تحديد معايير المرونة الإستاتيكية لها. و يجب أن تكون عينات تعيين مقاومة الضغط لها نفس شكل و مقاسات العينات التى سيحدد لها معايير المرونة الإستاتيكية. كما يجب أن يتم صبها و معالجتها بنفس الطريقة ثم يتم تحديد مقاومة الضغط طبقا للاختبار (٧-٢) . و يؤخذ متوسط مقاومة الضغط للعينات الثلاثة (f_c) كأساس لحساب الحد الأعلى للإجهاد المستخدم فى تعيين معايير المرونة الإستاتيكية.

٧-٥-٦-٢ تحديد معايير المرونة الإستاتيكية

- توضع عينة الاختبار بعد تثبيت جهاز قياس تغير الطول موازيا لمحورها الطولى داخل مكنة الاختبار مع ضبط محور العينة الرأسى لينطبق مع محور تحميل المكنة.
- عند تثبيت جهاز قياس التغير فى الطول على عينة الاختبار يجب أن يتم ذلك بحيث يكون طرفا الجهاز على مسافات متساوية من نهايتى عينة الاختبار على ألا تقل هذه المسافة عن ربع ارتفاع عينة الاختبار ($L/4$) .
- فى حالة العينات المنشورية تؤخذ قياسات التغير فى طول العينة على وجهين متقابلين من أوجه عينة الاختبار على الأقل. و إذا تم صب عينات الاختبار فى وضع أفقى فيجب فى هذه الحالة تثبيت جهاز قياس تغير الطول على أحد أوجه عينة الاختبار بخلاف وجه الصب.
- يتم التأثير بالإجهاد الأساسى (σ_0) و قيمته ٠,٥ نيوتن/مم^٢ و تسجل قيمة التغير فى الطول المناظرة.
- يتم زيادة الإجهاد تدريجيا بمعدل ٠,٦ - ٠,٤ نيوتن/مم^٢ ثانية إلى أن يصل الإجهاد (σ_a) الواقع على العينة إلى ثلث قيمة مقاومة الضغط للخرسانة ($\sigma_a = f_c/3$) . يتم تثبيت قيمة الإجهاد لمدة ٦٠ ثانية و تسجل قيم التغير فى الطول خلال الثلاثين ثانية التالية على كل من طولى القياس.

- إذا كانت قيم التفيرفي الطول المسجلة تختلف عن القيمة المتوسطة لها بما يزيد عن ٢٠% فيعاد ضبط محور العينة لضمان انطباقه على محور المكينة ، أما إذا لم يمكن ضبط العينة بحيث لا يزيد الاختلاف في قراءات التفيرفي الطول على القيمة المتوسطة على ٢٠% فإن نتائج الاختبار تكون لاغية حيث أن الحمل غير محوري.
- عندما يتبين من قراءات التفيرفي الطول السابقة أنه يمكن اعتبار الحمل المؤثر على العينة محوريا بدقة كافية فإنه يمكن عندئذ تقليل الحمل بنفس المعدل المستخدم أثناء التحميل حتى الوصول إلى قيمة الإجهاد الأساسي (σ_b) . تكرر دورة التحميل و خفض الحمل السابقة مرتين إضافيتين على الأقل باستخدام نفس المعدل أثناء التحميل و عند رفع الحمل ، مع تثبيت الإجهاد المؤثر على العينة لمدة ٦٠ ثانية عند طرفي كل دورة تحميل (σ_b) و (σ_c) .
- بعد إتمام دورات التحميل يتم تثبيت الحمل عند قيمة الإجهاد الأساسي (σ_b) لمدة ٦٠ ثانية، ثم يتم تسجيل الانفعالات لها خلال الثلاثين ثانية التالية (σ_b) . بعد ذلك يتم زيادة قيمة الإجهاد الواقع على العينة، بنفس المعدل سالف الذكر، إلى أن يصل للقيمة (σ_c) و عندها يتم تسجيل قيم الانفعال المناظرة (ϵ_b) خلال فترة زمنية لا تتعدى ٣٠ ثانية.
- بعد إتمام القراءات السابقة يتم زيادة الحمل على العينة بنفس المعدل السابق حتى الانهيار. و إذا اختلفت قيمة مقاومة الضغط للعينة عن (ϵ_c) بما يزيد على ٢٠% فيجب توضيح ذلك في تقرير هذا الاختبار.

٧-٥-٧ النتائج

يمكن حساب معايير المرونة الإستاتيكي في اختبار الضغط من المعادلة التالية:

$$E_s = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon} = \frac{\sigma_c - \sigma_b}{\epsilon_c - \epsilon_b}$$

حيث:

- (σ_c) = الإجهاد الأعلى المستخدم في حساب معايير المرونة الإستاتيكي (نيوتن/مم^٢) = $\epsilon_c/3$
- (σ_b) = الإجهاد الأساسي (٠,٥ نيوتن/مم^٢).
- (ϵ_c) = متوسط الانفعالات المقاسة تحت تأثير الإجهاد الأعلى.
- (ϵ_b) = متوسط الانفعالات المقاسة تحت تأثير الإجهاد الأساسي.

و يمكن تقريب النتيجة إلى أقرب ٥٠٠ نيوتن/مم^٢ إذا كانت القيم المحسوبة تزيد على ١٠٠٠٠ نيوتن/مم^٢ و إلى أقرب ١٠٠ نيوتن/مم^٢ إذا كانت القيم المحسوبة تقل على ١٠٠٠ نيوتن/مم^٢.

٧-٥-٨ التقرير

يجب أن يشمل تقرير هذا الاختبار على البيانات التالية:

٧-٥-٨-١ بيانات يدلى بها منتج عينات الاختبار

أ - بيانات إلزامية

- الرقم الكودى للعينة

- تاريخ صلب الخرسانة (و تاريخ استخراج العينة إذا كان مختلفا)

- ظروف المعالجة و التخزين

- عمر العينة عند اختبارها (أو تاريخ الاختبار إذا كان العمر غير معلوم)

ب - معلومات اختيارية

- اسم المشروع

- اسم جزء المبنى أو العنصر الإنشائى

- رتبة الخرسانة.

- نسب الخلطة

٧-٥-٨-٢ بيانات يدلى بها معمل الاختبار

- حالة العينة عند استلامها فى المعمل و أى معاملات لسطحها.

- نوع و مقاسات العينة.

- حالة المعالجة و التخزين.

- تاريخ الاختبار.

- عمر العينة.

- الكثافة الظاهرية للعينة.

- نوع أجهزة قياس التغير فى الطول و قيمة طول القياس.

- مقاومة الضغط للعينات المراقبة.

- مقاومة الضغط للعينة المستخدمة فى تعيين معايير المرونة الإستاتيكي.

- قيمة معايير المرونة الإستاتيكي.

- ملاحظات.

٧-٥-٩ أمثلة

- ١ - إذا كانت مقاومة الضغط (نيوتن /مم^٢) لثلاث عينات أسطوانية كالتالى: ٣٢ ، ٢٨ ، ٢٩ فإن مقاومة ضغط الخرسانة $(f_c) = 3 / (29+28+32) = 29.7$ نيوتن/مم^٢ والحد الأعلى للإجهاد عند تعيين معايير المرونة الإستاتيكي $= 3/29.7 = 9.9$ نيوتن/مم^٢
- ٢ - إذا كانت القراءات المأخوذة للإجهاد و الانفعال أثناء دورة التحميل الأولى على عينة أسطوانية من الخرسانة أثناء اختبار تعيين معايير المرونة الإستاتيكي كالتالى:

الإجهاد (نيوتن/مم ^٢)	٠,٥	٩,٩
انفعال (١)	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠٤٥
انفعال (٢)	٠,٠٠٠٠٨	٠,٠٠٠٣٦

متوسط الانفعال عند الحد العلوى للإجهاد $= 2 / (0.00036 + 0.00045) = 0.000405$
 الفارق بين أى قيمة للانفعال عند الحد العلوى للإجهاد و المتوسط عند نفس الإجهاد = ١١ %
 ($> 20\%$)

فى هذه الحالة يمكن استكمال الاختبار حيث أن التحميل محورى بدرجة كافية.

- ٣ - إذا كانت قراءات الإجهاد و الانفعال فى دورة التحميل الأخيرة كما يلى:

الإجهاد (نيوتن/مم ^٢)	٠,٥	٩,٩
انفعال (١)	٠,٠٠٠١٢	٠,٠٠٠٤٦٧
انفعال (٢)	٠,٠٠٠٠٩	٠,٠٠٠٣٧٣

$$\text{معايير المرونة الإستاتيكي } (E_c) = \frac{9.9 - 0.5}{0.00042 - 0.000105} = 29841 \text{ نيوتن/مم}^2$$

تقرب إلى ٣٠٠٠٠ نيوتن / مم^٢

(تم تقريـب النتيجة لأقرب ٥٠٠ نيوتن/مم^٢ نظرا لأن قيمة معايير المرونة أكبر من ١٠٠٠٠ نيوتن/مم^٢).

- ٤ - تم تحميل العينة حتى الكسر فكانت مقاومة الضغط تساوى ٣١ نيوتن / مم^٢ وهى تختلف عن المقاومة السابق تعيينها (f_c) بمقدار ٤,٤ % وهذه القيمة قريبة بدرجة كافية ولن تذكر بالتقرير.

١٠-٥-٧ المراجع

- اختبارات أرقام (١١-٦ إلى ١٤-٦) بالدليل .

- م.ق.م. ١٦٥٨ اختبار الخرسانة - الجزء الرابع و الجزء الخامس "طريقة عمل عينات اختبار الخرسانة المتصلدة من الخرسانة الطازجة"

ISO 1920	Concrete test - Dimensions, tolerances and applicability of test specimens.
ISO 2736	Concrete - Sampling, making and curing of test specimens.
ISO 4012	Concrete - Determination of compressive strength of test specimens.
ISO 4013	Concrete - Determination of flexural strength of test specimens.
ISO 6275	Concrete - hardened - Determination of density.

٦-٧ تعيين محتوى الكلوريدات بالخرسانة المتصلدة

DETERMINATION OF CHLORIDE CONTENT (Cl)

١-٦-٧ عام

يلزم لتعيين محتوى الكلوريدات فى الخرسانة المتصلدة معرفة محتوى الأسمنت فى الخرسانة حيث أن الحدود المسموح بها بالكود المصرى على هيئة (Cl) منسوبة إلى محتوى الأسمنت بالخرسانة .

٢-٦-٧ الهدف

معرفة محتوى الكلوريدات على هيئة Cl طبقا لما ورد بالمواصفات القياسية البريطانية رقم 1881: part 6-1971، ويجرى الاختبار على عينة من الخرسانة المطحونة وسارة من المنخل رقم ١٠٠ (١٥٠ ميكرون) .

٣-٦-٧ تعريفات

الكلوريدات على هيئة Cl⁻ تمثل محتوى أملاح الكلوريدات الذائبة فى الخرسانة وهى تمثل مجموع الكلوريدات الواردة من الزكام والماء والأسمنت والإضافات ... الخ المكونة للخرسانة .

٤-٦-٧ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ مجم
- طاحونة تسمح بطحن الخرسانة
- منخل رقم ١٠٠ (١٥٠ ميكرون)
- سخان كهربائى مسطح
- زجاجيات معملية
- ورق ترشيح

٧-٦-٥ العينات

يتم طحن عينة خرسانة ممثلة للعنصر الإنشائي لا يقل وزنها عن حوالى كيلو جرام ثم يعاد طحن حوالى ٢٠ جرام منها لتمر بالكامل من منخل رقم ١٠٠ .

٧-٦-٦ خطوات الاختبار

- ١ - تؤخذ من الخرسانة كمية تزن حوالى ٢ جرام من العينة فى كأس نظيف يضاف عليها ٢٥ مل من الماء المقطر ، ثم يضاف ١٠ مل من حامض النيتريك المركز .
- ٢ - يضاف ٥٠ مل ماء ساخن ويترك المحلول ساخناً من ١٠ - ١٥ دقيقة .
- ٣ - إذا ظهر راسب يرشح من ورق ترشيح وتغسل ورقة الترشيح بالماء .
- ٤ - يبرد المحلول ويضاف زيادة من محلول ٠,١ عيارى نترات الفضة (١٦,٩٦٩ جرام من نترات الفضة فى لتر ماء مقطر) .
- ٥ - يضاف ٢ - ٣ مل تيتروينزين ويرج المحلول بشده لترسيب الراسب ، ثم يضاف ١ مل من الكاشف (١٠٠ مل محلول بارد من كبريتات الحديدك الأمونيومية مع ١٠ مل من حامض النيتريك المركز) .
- ٦ - يعاير المحلول مع ٠,١ عيارى من ثيوسيانات الأمونيوم حتى ظهور اللون الأحمر .
- ٧ - تعاير ثيوسيانات الأمونيوم (٧,٦ جرام من NH_4CNS) فى لتر من الماء المقطر مع نترات الفضة .

٧-٦-٧ النتائج

$$\text{CaCl}_2\% = \frac{V - V_1}{0.1} \times N \times \frac{0.555}{W} \times \frac{100}{M}$$

حيث :

- $\text{CaCl}_2\%$ = النسبة المئوية لكلوريدات الكالسيوم من محتوى الأسمنت
- V = حجم نترات الفضة (٠,١ عيارى)
- V_1 = حجم ثيوسيانات الأمونيوم
- N = عيارية ثيوسيانات الأمونيوم
- W = وزن العينة

M = النسبة المئوية لمحتوى الأسمنت بالخرسانة

الكلوريدات (Cl) من محتوى الأسمنت بالخرسانة = كلوريدات الكالسيوم $\times 0.3198$

٧-٦-٨ : المراجع

BS : 1881 : part 6 - 1971 Methods of Testing Concrete , Analysis of Hardened Concrete

٧-٧ تعيين محتوى الكبريتات بالخرسانة المتصلدة

DETERMINATION OF SULFATE CONTENT (SO_3)

٧-٧-١ عام

يتم تعيين محتوى الكبريتات في الخرسانة لمعرفة ما إذا كانت الخرسانة تعرضت لكبريتات مهاجمة، لذا يجب ألا تزيد نسبة (SO_3) عن ٤ ٪ من وزن الأسمنت المستخدم .

٧-٧-٢ الهدف

تعيين الكبريتات بترسيبها بواسطة كلوريد الباريوم وحسابها على هيئة (SO_3) من راسب كبريتات الباريوم المحترق عند درجة ٨٠٠ - ٩٠٠ °م

٧-٧-٣ تعريفات

يشمل محتوى الكبريتات الكبريتات الكلية (الكبريتات المتحددة كجبس والمتحددة كسلفو ألومينات) ويعبر عنها بنسبة (SO_3) الكلية .

٧-٧-٤ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠,١ مجم

- فرن تجفيف

- فرن احتراق ١٤٠٠ °م

- سخان كهربائي مسطح

٧-٧-٥ العينات

تستخدم عينة ممسوحة من الخرسانة وزنها حوالي كيلو جرام وتكرر من مختل رقم ١٠٠ .

٧-٧-٦ خطوات الاختبار

- ١- تؤخذ عينة من الخرسانة تحتوى على حوالي ١ جرام من الأسمنت ويوضع فوقها ٢٥ مل من الماء المقطر ، ويضاف ١٠ مل من حامض الهيدروكلوريك المركز.
- ٢- يضاف ٥١ مل من الماء وتغلى لمدة ٥ - ١٠ دقائق ويرشح ويفصل الرشيح بالماء المقطر الساخن .

- ٣- يعادل المحلول بالأمونيا (١ : ١) ثم يحمض مرة أخرى بحمض الهيدروكلوريك المركز.
- ٤- يغلى المحلول ويضاف ١٠ مل من محلول ١٠٪ كلوريد الباريوم ويترك قريباً من الغليان حوالي ٣٠ دقيقة ثم يترك حوالي ساعة ليبرد .
- ٥- يرشح الراسب ويغسل ويحرق في بوتقة بلاتين عند درجة حرارة ٨٠٠ °م و٩٠٠ °م ويبرد ويتم وزن الراسب .

٧-٧-٧ النتائج

$$SO_3\% = (W/W_1) \times 0.343 \times 100$$

$$S = \frac{SO_3\%}{M} * 100$$

حيث :

SO ₃ %	= النسبة المئوية للكبريتات بالخرسانة
W	= وزن الراسب
W ₁	= وزن العينة
M	= النسبة المئوية لمحتوى الأسمنت بالخرسانة
S	= النسبة المئوية للكبريتات من محتوى الأسمنت

٨-٧-٧ المراجع :

BS : 1881 : Part 6 - 1971 Methods of Testing Concrete , Analysis of Hardened Concrete

٨-٧ تعيين محتوى السلفو ألومينات

DETERMINATION OF SULFO-ALUMINATE CONTENT

١-٨-٧ عام

تمثل الكبريتات المتواجدة على صورة الجبس والسلفو ألومينات مدى تأثير الخرسانة بالكبريتات . والسلفو ألومينات ثابتة فقط في الوسط القلوي للخرسانة بينما تتحول إلى جبس بالأحماض .

ويعتمد الاختبار على كون السلفو ألومينات لا تذوب في ماء الجير بينما يمكن إذابة أي كبريتات أخرى .

٢-٨-٧ الهدف

تعيين الكبريتات المتواجدة بمركب السلفوألومينات على هيئة (SO_3) ضمن مركبات الخرسانة المتصلدة.

٣-٨-٧ تعريفات

السلفوألومينات هي عبارة عن كبريتات متحدة بالخرسانة وهي ناتج طرح الكبريتات الذائبة في ماء الجير من الكبريتات الكلية .

٤-٨-٧ الأجهزة

الأجهزة المطلوبة لتعيين الكبريتات التي سبق ذكرها بالاختبار رقم (٧-٧).

٥-٨-٧ العينات

العينة المجهزه لتعيين الكبريتات التي سبق تجهيزها بالاختبار رقم (٧-٧).

٦-٨-٧ خطوات الاختبار

١- يجهز معلق الجير من ٢,٥ جرام من الجير الحي (الذي ينتج من حرق ٤,٥ جم كربونات الكالسيوم عند درجة ١٠٠٠ °م لمدة ساعة) في لتر من الماء المقطر مع غلق الزجاجاة ورجها بشدة قبل الاستخدام.

٢- تؤخذ كمية من الخرسانة وزنها حوالي ٢ جرام وتوضع في دورق له غطاء ، ويضاف إليها ٥٠ مل من معلق الجير وترج بشدة حوالي ١٠ دقائق - ثم ترشح.

- ٣- توضع ورقة الترشيح في دورق ويضاف عليها ٥٠ مل من معلق الجير ثم يرج المحلول لمدة ٣٠ دقيقة ويترك ٢٤ ساعة ويعاد الرج من ٢-٣ ساعات ويرشح المحلول وتغسل ورقة الترشيح والراسب عدد ٥ مرات بمعلق الجير
- ٤- يعادل المحلول بحامض الهيدروكلوريك المركز، ثم يضاف ١ مل من الحامض
- ٥- يستكمل ترسيب الكبريتات كما أجرى بالبند (٧-٧) وتحرق وتحسب نسبة الكبريتات المتحدة على هيئة سلفوألومينات .

٧-٨-٧ النتائج

$$S_1 = (W/W_1) \times 0.343 \times 100$$

$$S_2 = SO_3 - S_1$$

حيث :

S_1 = النسبة المئوية للكبريتات (SO_3) الذائبة في معلق محلول الجير

W = وزن العينة

W_1 = وزن الراسب

S_2 = النسبة المئوية للكبريتات (SO_3) كسلفوألومينات

SO_3 = النسبة المئوية للكبريتات (SO_3) الكلية بالخرسانة - اختبار رقم (٧-٧)

٧-٨-٨ المراجع

BS 1881 part 6 - 1971 : Methods of Testing Concrete , Analysis of Hardened Concrete .

٧-٩ تقدير محتوى المكونات لخرسانة الأسمنت البورتلاندى المتصلدة

DETERMINATION OF CONTENTS OF HARDENED ORDINARY PORTLAND CEMENT CONCRETE

٧-٩-١ عام

يعتبر تحديد محتوى مكونات خرسانة الأسمنت البورتلاندى المتصلدة ، وخصوصاً محتوى الأسمنت ، أداة من أدوات ضبط الجودة وذلك فى المنشآت التى تم صبها دون إشراف هندسى . كما أنها تعتبر أساساً لتحديد العيوب وأسبابها فى منشآت متصدعة . غير أن هذه الطريقة تعتمد إلى حد ما فى دقتها على تواجده عينات ممثلة للمواد المستخدمة. وعند عدم توافرها يتم حساب نسب المكونات باستخدام فروض معينة مناسبة لطبيعة المواد (بعد معرفة أنواعها).

٧-٩-٢ الهدف

تهدف هذه المواصفات إلى وصف الطرق القياسية لتحليل الخرسانة المتصلدة من الأسمنت البورتلاندى بهدف تحديد نسب الأسمنت والركام بنوعيه الصغير والكبير. وهذه الطرق القياسية صالحة فقط لحالة الخرسانة التى لا يدخل فى تركيبها أنواع من الركام تحتوى على كميات محسوسة من أكسيد الكالسيوم والسيليكا الذائبين تحت ظروف التحليل.

٧-٩-٣ تعريفات

يعبر محتوى مكونات الخرسانة عن محتوى الأسمنت ومحتوى كلا من الركام الكبير والركام الصغير.

٧-٩-٤ التجهيزات

٧-٩-٤-١ الأجهزة

- ميزان حساسيته ٠.١ مجم

- فرن احتراق حتى ١٢٠٠ °م

- فرن تجفيف

- سخان كهربائى مسطح

- زجاجيات معملية

٧-٩-٤-٢ الكيماويات

- حمض الهيدروكلوريك (٣:١) : يُضاف ٢٠٠ مل من حمض الهيدروكلوريك (وزنه النوعي ١,١٩) إلى ٦٠٠ مل ماء مقطر.
- حمض الهيدروكلوريك (٩:١) : يُضاف ١٠٠ مل من حمض الهيدروكلوريك (وزنه النوعي ١,١٩) إلى ٩٠٠ مل ماء مقطر.
- محلول هيدروكسيد الصوديوم (١٠ جم هيدروكسيد الصوديوم / لتر) : يُذاب ٥ جم هيدروكسيد الصوديوم في ٢٠٠ مل ماء مقطر ويكمل المحلول إلى ٥٠٠ مل.
- حمض الهيدروفلوريك ٤٨ % .
- حمض الكبريتيك (وزنه النوعي ١,٨٤).

٧-٩-٥ العينات

٧-٩-٥-١ أخذ العينة

- يتم تجميع العينة من مواقع متفرقة من العنصر المراد تحليل الخرسانة الخاصة به حتى تكون ممثلة للخرسانة. وتكون القطعة المأخوذة من كل موقع ذات وزن في حدود ٥ كجم. ولا يقل الوزن الكلي للعينة عن ٢٥ كجم.
- يتم تكسير الأجزاء المجمعة إلى قطع يتراوح مقاس كل منها من ٥-٨ سم باستخدام مطرقة ويخلط الناتج حتى يتجانس ثم يقسم إلى ثلاثة أقسام يكون كل منها ممثلاً للعينة الأصلية.
- يُجرى الاختبار على أحد هذه الأقسام ويُحتفظ بالاثنتين الأخرين في وعاءين جافين نظيفين مع إحكام غلقهما.

٧-٩-٥-٢ تجهيز العينة للاختبار

٧-٩-٥-٢-١ التجفيف والحرق

- تُجفف العينة التي ستُجرى عليها الاختبارات في فرن درجة حرارته ١٠٥ °م إلى أن يثبت وزنها ، ويُؤخذ جزء منها يتراوح وزنه بين ١,٥ - ٧ كجم على حسب نوع الاختبارات المطلوبة على النحو التالي:

- عينة ذات وزن من ١,٥-٢,٥ كجم لغرض تعيين نسبة الأسمنت فقط.

- عينة ذات وزن لا يقل عن ٥ كجم لغرض تعيين نسب الأسمنت والركام الكبير والركام الصغير.
- توضع أجزاء العينة في أوعية مكشوفة مناسبة من الصلب الذي لا يصدأ ويكون سمك جدرانها ١,٥ مم.
- تُسخن الأوعية في فرن احتراق عند درجة حرارة ٥٥٠-٦٠٠ °م لمدة ٣ ساعات ثم تُترك لتبرد. ونتيجة لفقد الماء بعد هذه المعالجة الحرارية تفقد الخرسانة معظم قوة تماسكها.
- تُوزن العينة المحروقة (بعد أن تبرد) وليكن الوزن (W_1 جم) ، وهو يمثل وزن الأسمنت والركام بنوعيه.

٧-٩-٥-٢ تجزئة العينة

٧-٩-٥-٢-١ الطريقة العامة

- تُنخل العينة الموزونة (W_1 جم) على منخل مقاس فتحته ٤,٧٦ مم مع الاحتراس الشديد لعدم فقد أى كمية من العينة. ويمكن فرك قطع الركام الكبير أو تنظيفها بفرشاة من السلك أو سكين أو ملعقة معدنية لمساعدة فصل العالق بها من المكونات الأخرى مع مراعاة عدم فقد أى منها.
- يُوزن الركام الكبير (النظيف) المحجوز على المنخل وليكن وزنه (W_2 جم).
- يوضع الركام الكبير في كأس مناسبة ويغسل بحمض الهيدروكلوريك المخفف (٩:١) عدة مرات لإذابة ما قد يكون عالقاً به من أسمنت.
- يغسل الركام بالماء عدة مرات مع التخلص من ماء الغسيل بالصفق (Decantation) ويجفف الركام المغسول في فرن درجة حرارته ١٠٥ °م حتى يثبت الوزن وليكن (W_3) ويعتبر الفاقد في الوزن من الأسمنت الموجود بالخرسانة.
- يُوزن الجزء من العينة المار من المنخل ٤,٧٦ مم وليكن وزنه (W_4 جم) ثم يُقسّم بطريقة التقسيم الربيعي - الموضحة في الاختبار رقم (١-٢) بالدليل - حتى نحصل على عينة ممثلة وزنها حوالي ١٠٠ جم يتم طحنها لتمر جميعها من منخل مقاس فتحته ٧٤-٧٦ ميكرون. وتستخدم هذه العينة لتعيين نسبة السيليكا الذائبة ونسبة أكسيد الكالسيوم.

- تُجرى تجربة ضابطة على الركام الصغير لتصحيح نتائج السيليكا وأكسيد الكالسيوم الذائبين فى عملية تعيين نسبة الأسمنت ويستلزم ذلك وجود عينة من الركام الصغير المستخدم فى الخرسانة. وإذا تعذر ذلك يتم الحصول على عينة من الركام الصغير المار من منخل ٤,٧٦ مم (والذى وزنه W_4 جم) ثم تتخل على منخل مقاس فتحته ٢٩٧-٢٩٥ ميكرون ويتم نقل المحجوز عليه إلى كأس مناسبة ثم يُغسل جيداً بحمض الهيدروكلوريك (٩:١) إلى أن يصير خالياً تماماً من الأسمنت ثم يُجفف ويُطحن جيداً ليمر من منخل مقاس فتحته ٧٤-٧٦ ميكرون ويكون العينة المطلوبة للتجربة الضابطة.

٧-٩-٥-٢-٢ الطريقة الخاصة

عند تفتت الركام الكبير أثناء المعالجة الحرارية إلى مقاس أقل من ٤,٧٦ مم ، يتم تطبيق الطريقة الآتية:

- يؤخذ جزء صغير من الخرسانة المحروقة عند ٥٥٠-٦٠٠ °م ويُغسل عدة مرات بحمض الهيدروكلوريك المخفف (٩:١) إلى أن يصير خالياً تماماً من الأسمنت ثم يُجفف عند ١٠٥ °م حتى ثبات الوزن ، ويُفصل الناتج بالنخل على منخل ٤,٧٦ مم ليكون المار والمحجوز معتمين للركام الصغير والكبير على الترتيب.

- يُطحن الجزء الباقى من الخرسانة جميعه باستخدام جهاز طحن مناسب مع مراعاة عدم فقد أى جزء من الناعم (الغنى بالأسمنت) ثم يُنخل ليمر جميعه من منخل مقاس فتحته ٧٤-٧٦ ميكرون.

- بالمثل تُطحن عينتا الركام الكبير والصغير لنفس المقاس وتستخدم العينات المطحونة لتحديد نسبة السيليكا ونسبة أكسيد الكالسيوم الذائبين بالتحليل الكيميائى. ويراعى تنظيف العينات المطحونة من الحديد الناتج من عملية الطحن باستخدام مغناطيس قوى

٧-٩-٦ خطوات الاختبار

٧-٩-٦-١ عام

يُعتمد فى اختبار تحديد نسبة الأسمنت على الكشف عن محتوى أكسيد الكالسيوم أو السيليكا الذائبين فى العينة. ويتم الكشف على العنصر غير الموجود فى (أو الناتج بكميات أقل ما يمكن) الركام المستخدم، فإذا احتوى الركام على كمية كبيرة من أكسيد الكالسيوم ، نلجأ إلى الكشف

عن السيليكات والعكس بالعكس. أما إذا احتوى الركام على كميات وفيرة من المواد الجيرية التي ينتج عند اختبارها أكسيد الكالسيوم فلا يمكن الاعتماد على هذه الطريقة.

٧-٩-٦-٢ طريقة السيليكات الذائبة :

- ١- يُوضع حوالي ٢ جم من كل من عينات الركام الكبير والصغير والخرسانة المطحونين في ثلاثة كئوس سعة كل منها ٢٥٠ مل.
- ٢- تُسَدَّى محتويات كل كأس بكمية صغيرة من الماء ثم تُقَلَّب وذلك لمنع التصاق المحتويات بالكأس ولعدم تكون كتل متجمعة من المادة المطحونة.
- ٣- يُضاف ببطء ١٠٠ مل من حمض الهيدروكلوريك المخفف (٣:١) ويُقَلَّب جيداً مع مراعاة تكسير أى كتل متجمعة باستخدام قضيب زجاجي بعد انتهاء تصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون وانتهاء التفاعل بصورة واضحة.
- ٤- تُوضع الكأس فوق حمام بخار لمدة ١٥ دقيقة ثم تُصَفَّى محتويات الكأس خلال قمع "بخنر" من البورسلان الذي يُثَبَّت فوقه ورقنا ترشيح من النوع المستخدم للرواسب الناعمة (ورقة رقم ٤٢ واتمان أو ما يعادلها).
- ٥- يُراعى عند الترشيح عدم ترك ورقتي الترشيح والراسب المتجمع فوقهما لتجف تماماً كما يُراعى ترك معظم الراسب في الكأس.
- ٦- يُغسل الراسب المتبقي في الكأس مرتين بالماء الساخن بطريقة الصفق (Decantation) ويُحتفظ بالترشيح.
- ٧- تُنقل ورقنا الترشيح من القمع إلى الكأس المحتوية على الراسب مع مراعاة عدم فقد أى جزء منه. ويُضاف إلى محتويات الكأس ٧٥ مل من محلول ساخن من الصودا الكاوية (١٠ جم / لتر) مع التقليب لتفتت ورقتي الترشيح ثم تُوضع الكأس فوق حمام بخار لمدة ١٥ دقيقة مع تقليب المحتويات بين الحين والآخر.
- ٨- تُرشح محتويات الكأس بطريقة الصفق (Decantation) كما سبق ثم يُغسل الراسب بالصفق مرتين بالماء الساخن.
- ٩- تُنقل جميع محتويات الكأس إلى قمع "بخنر" ثم يُغسل جيداً بالماء الساخن حتى يصبح الرشيح متعادلاً مع كشاف عباد الشمس.

١٠- يُجمع رشّيح الصودا الكاوية مع رشّيح حمض الهيدروكلوريك السابق الاحتفاظ به ويحتوى هذا الرشّيح المجمع على السيليكا الذائبة فى صورة حمض السيليسيك إما على هيئة محلول حقيقى أو على هيئة معلق فى وسط حمض الهيدروكلوريك. ويُضاف - فى حالة احتواء الركام المستعمل على كمية وفيرة من المواد التى تعطى أكسيد الكالسيوم عند المعالجة بالحمض - ١٠ مل من حمض الهيدروكلوريك (وزنه النوعى ١٠,١٩) إلى المحلول.

١١- يُنقل المحلول إلى كأس مناسبة مع مراعاة شطف ورق الرشّيح عدة مرات بالماء. يُبخّر المحلول بحرص إلى الجفاف مع مراعاة عدم فقد أى جزء نتيجة التناثر. يُخزّن الناتج فى فرن هوائى عند درجة حرارة لا تتعدى ١٢٠ °م لمدة ساعة ويندى بحمض الهيدروكلوريك (وزنه النوعى ١٠,١٩).

١٢- يتم إعادة التبخير ثم الخبز ثم يُضاف ٧٥ مل من حمض الهيدروكلوريك (٣:١) ويُسخّن لدرجة الغليان ثم يُرشح على ورقة ترشّيح معدومة الرماد.

١٣- يُغسل الراسب بحوالى ٥٠ مل من حمض الهيدروكلوريك (٩:١) ثم بالماء الساخن إلى أن يصبح ناتج الغسيل خالياً من الكلوريدات.

١٤- تُقدّر السيليكا فى العينة بمعالجتها بـ حمض الهيدروفلوريك وحمض الكبريتيك طبقاً لطريقة تقدير السيليكا الواردة فى م.ق.م ١٩٩٤/٤٧٤ "طرق الاختبارات الكيميائية للأسمنت البورتلاندى".

٧-٩-٦-٣ طريقة أكسيد الكالسيوم الذائب

١- تُتبع نفس الطريقة المتبعة فى البند السابق (٧-٩-٦-٢) مع مراعاة حذف خطوة معالجة السيليكا بـ حمض الهيدروفلوريك وحمض الكبريتيك كما يمكن الاستغناء عن راسب السيليكا.

٢- يُستخدم الرشّيح المحتوى على أكسيد الكالسيوم الذائب ويُغسل فيه هيدروكسيدات الحديد والألومنيوم بنفس الطريقة المتبعة فى م.ق.م ١٩٩٤/٤٧٤ "طرق الاختبارات الكيميائية للأسمنت البورتلاندى" ثم يُقدّر أكسيد الكالسيوم الذائب فى الرشّيح بنفس الطريقة الواردة فى المواصفة المذكورة.

٧-٩-٧ الأخطاء الشائعة

١- عند حرق العينة أثناء تجهيزها للاختبار لا ينبغي زيادة حرارة الحريق على ٦٠٠ °م حتى لا يؤدي ذلك إلى تفكك الكربونات التي قد تحويها بعض أنواع الركام وأيضاً لتجنب تأثير الصدمات الحرارية.

٢- عند تجزئة العينة بالطريقة العامة ، إذا لوحظ تفتت الركام الكبير - نتيجة المعالجة الحرارية - أثناء النخل بحيث يؤثر على كمية المار من المنخل ٤,٧٦ مم ، يكفي بتعيين نسبة الأسمنت فقط دون كل من الركام الكبير والصغير حيث أن عملية التفتت ستؤدي إلى اختلال تحديد نسب نوعي الركام.

٣- عند تجزئة العينة بالطريقة العامة وغسيل الركام الكبير بحمض الهيدروكلوريك ، يُكرر الغسيل بالحمض حتى يتوقف تصاعد الغازات من محلول الغسيل إلا إذا كان الركام يذوب في الحمض فيوقف الغسيل عندما يصبح الركام نظيفاً نسبياً.

٧-٩-٨ النتائج

يمكن - كما سبق ذكره - تقدير نسبة كل من الركام الكبير والركام الصغير ونسبة الأسمنت في حالة العينات التي لا تفتت فيها الركام الكبير عند حرق الخرسانة عند ٥٥٠ - ٦٠٠ °م . أما في حالة العينات التي تفتت فيها الركام الكبير عند حرق الخرسانة فيمكن فقط تقدير نسبة الأسمنت ونسبة الركام الكبير والصغير معاً .

٧-٩-٨-١ تقدير نسبة الركام

$$C_A \% = \frac{w_2 - w_3}{w_1} \times 100$$

$$A \% = \frac{w_3}{w_1} \times 100$$

حيث :

A% = النسبة المئوية للركام الكبير

w1 جم - وزن عينة الخرسانة بعد الحرق ٥٥٠ - ٦٠٠ °م .

w2 = وزن الركام الكبير (وما علق به من الأسمنت) المحجوز على المنخل ٤,٧٦ مم

w3 = وزن الركام الكبير المحجوز على المنخل 4,76 مم بعد غسله بحمض الهيدروكلوريك المخفف (٩:١) ثم تجفيفه .
 C_A% = النسبة المئوية بالوزن للأسمنت الملتصق بالركام الكبير .

٧-٩-٨-٢ تقدير نسبة الأسمنت

- على أساس نسبة السيليكا الذاتية

$$C\% = \frac{S}{S_c} \times 100$$

حيث :

C% = النسبة المئوية للأسمنت بالوزن في الخرسانة
 S = النسبة المئوية بالوزن للسيليكا الذاتية في خليط الأسمنت والركام معاً بعد تصحيحها بطرح أى سيليكا ذاتية من نوعى الركام .
 S_c = النسبة المئوية بالوزن للسيليكا الذاتية في الأسمنت المستخدم . (وتعتبر هذه النسبة - عند عدم معرفتها على وجه التحديد - ٢١,٥% حيث أن هذه القيمة هي متوسط نسبة السيليكا في الأسمنت البورتلاندى العادى المنتج محلياً).

- على أساس نسبة أكسيد الكالسيوم

$$C\% = \frac{CaO}{(CaO)_c} \times 100$$

حيث :

C% = النسبة المئوية بالوزن للأسمنت في الخرسانة
 CaO = النسبة المئوية بالوزن لأكسيد الكالسيوم في خليط الأسمنت والركام معاً بعد تصحيحها بطرح أى أكسيد كالسيوم ذاتى من نوعى الركام .
 (CaO)_c = النسبة المئوية بالوزن لأكسيد الكالسيوم في الأسمنت المستخدم . (وتعتبر هذه النسبة - عند عدم معرفتها على وجه التحديد - ٦٤% حيث أن هذه القيمة هي متوسط نسبة أكسيد الكالسيوم في الأسمنت البورتلاندى العادى المنتج محلياً) .

٧-٩-٨-٣ اختيار النسبة المئوية بالوزن المناسبة للأسمنت (C) في الخرسانة

يتم اختيار أقل القيمتين المحددتين في البندين السابقين على أنها النسبة المئوية بالوزن للأسمنت في خليط الأسمنت والركام . وتعتبر هي النسبة المئوية بالوزن للأسمنت في الخرسانة (C) عند تفتت الركام الكبير نتيجة المعالجة الحرارية للخرسانة.

وفي حالة عدم تفتت الركام الكبير نتيجة المعالجة الحرارية للخرسانة تصحح القيمة الصغرى المحددة من البندين السابقين بإضافة نسبة الأسمنت الملتصق على حبيبات الركام الكبير للحصول على النسبة المئوية بالوزن للأسمنت في الخرسانة (C).

٧-٩-٨-٤ تقدير نسبة الركام الصغير

١ - في حالة عدم تفتت الركام الكبير نتيجة حرق الخرسانة عند ٥٥٠ - ٦٠٠ °م : تحسب النسبة المئوية بالوزن للركام الصغير كالآتي :

$$A_f = 100 - C - A_c$$

حيث :

C = النسبة المئوية بالوزن للأسمنت في الخرسانة .

A_c = النسبة المئوية بالوزن للركام الكبير في الخرسانة .

٢ - في حالة تفتت الركام الكبير نتيجة حرق الخرسانة عند ٥٥٠ - ٦٠٠ °م ، يمكن في هذه الحالة تقدير نسبة الركام الكبير والصغير معاً A_f فقط كالآتي :

النسبة المئوية بالوزن للركام بنوعية :

$$A_f = 100 - C$$

حيث :

C = النسبة المئوية بالوزن للأسمنت في الخرسانة .

٧-٩-٩ التقرير

١ - يحتوى التقرير على النسبة الوزنية لمكونات الخرسانة على النحو التالى :

ركام كبير	ركام صغير	أسمنت
(A _c / C)	(A _f / C)	١

- ٢ - تذكر نسبة التجاوز في نسب المكونات التي يتم حسابها وفقاً لهذه الطريقة وذلك عند عدم وجود عينات ممثلة لمكونات الخرسانة واستخدام القيم المفروضة للمحتويات المختلفة .
- ٣ - يتم توضيح الأساس المحسوب له نسبة الأسمنت (السيليكا أو أكسيد الكالسيوم) .

٧-٩-١٠ المراجع :

- المواصفات القياسية المصريه رقم ١١٥٥ / ١٩٧٢ الطرق القياسية لتقدير المحتوى لمكونات خرسانة الأسمنت البورتلاندى المتصلدة .
- المواصفات القياسية المصريه رقم ٤٧٤ / ١٩٩٤ الطرق القياسية للتحليل الكيمائى للأسمنت البورتلاندى .
- المواصفات القياسية المصريه رقم ١١٠٩ / ١٩٧١ ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية.
- ASTM C 150 - 81 Standard Specification for Portland Cement

الجزء الثامن

اختبارات العناصر الإنشائية الخرسانية

مقدمة :

يشتمل هذا الجزء على الاختبارات غير المتلفة والمتلفة التى تجرى على الخرسانات بالعناصر الإنشائية المختلفة القائمة والتى تم الرجوع إليها بالكود المصرى لتصميم وتنفيذ الخرسانة. كما يشتمل هذا الجزء على الاحتياطات الواجب اتباعها عند إجراء الاختبارات وتحليل النتائج وهذه الاختبارات تشتمل على :

- إجراءات استخراج واختبار القلوب الخرسانية .
- توصيات لاختبار صلادة السطح باستخدام مطرقة الارتداد .
- توصيات قياس سرعة النبضات فوق الصوتية فى الخرسانة .
- تجربة تحميل العناصر والمنشآت الخرسانية

٨-١ إجراءات استخراج واختبار القلوب الخرسانية

PROCEDURE FOR OBTAINING AND TESTING
DRILLED CORES

٨-١-١ عام

إن أسباب استخراج القلب لاختبار مقاومة الضغط للخرسانة هي بوجه عام لتعيين واحد أو أكثر مما يلي :

١ - التأكد من تحقيق المنشأ لمقاومة الضغط المميزة في حالة عدم إجراء اختبار الضغط على العينات أو في حالة فشل العينات المختبرة في تحقيق المقاومة المميزة المطلوبة .

٢ - جودة الخرسانة في المنشأ .

٣ - دراسة أمان في المنشأ تحت تأثير أى من :

أ - نظام التحميل الفعلى

ب - نظام التحميل التصميمى

ج - نظام التحميل لاستعمال جديد .

٤ - التدهور في المنشأ نتيجة :

أ - زيادة التحميل .

ب - الكلال

ج - التفاعل الكيميائى .

د - الحريق أو الانفجار .

هـ - العوامل الجوية

بالنسبة للغرض الثانى فإن تقدير المقاومة الفعلية يعطى مقياساً لمقاومة الضغط للخرسانة في موقع محدد، و يمكن تطبيقه في الحسابات الإنشائية. كما أنه في حالة تدهور المنشأ فإن المقاومة الفعلية لقلوب مستخرجة من الخرسانة في الأماكن المتأثرة بالتدهور والأماكن السليمة قد تمكننا من تحديد درجة التدهور الحادثة.

ويعتبر اختبار القلب أنه يعتبر أرخص الطرق المتاحة وأكثرها عمليه، لمعرفة مقاومة خرسانة منفذة فعلاً والعديد من البيانات الأخرى عن الخرسانة المنفذة كخواص الركام الكبير والصغير ونسبتها ودرجة دمك الخرسانة ومساميتها ومحتوى الأسمنت ... الخ.

٨-١-٢ الهدف

الهدف من هذا الاختبار هو التوصية بالإجراءات التي تتبع عند استخراج واختبار القلوب الخرسانية لتعيين مقاومة الضغط للخرسانة المصبوبة بالموقع وكذلك سابقة الصب . وتلك الإجراءات مصممة - اعتماداً على البحث والخبرة - للخرسانة المصنوعة من أنواع الأسمنت البورتلاندى والركام الطبيعي وللقلوب الخرسانية المقطوعة والمختبرة طبقاً للمواصفات القياسية المصرية رقم ١٦٥٨ - ١٩٩٥ .

ويمكن تطبيق معاملات التحويل الواردة بهذا التقرير بوجه عام على الخرسانة المحتوية على إضافات ولكن يجب استعمالها بحرص في حالة الخرسانة التي :

- تحتوى على ركام صناعى أو ركام خفيف.
- تحتوى على أسمنت غير بورتلاندى.
- كانت ناقصة الدمك أو تلفت لأى سبب.

٨-١-٣ التعريفات

Standard Cube Strength

مقاومة المكعب القياسى

مقاومة الضغط لمكعب أخذ من الخرسانة وتم إعداده واختباره طبقاً للمواصفات القياسية.

Core Strength

مقاومة القلب

مقاومة الضغط المقاسة لقلب خرسانى كما هو معرف بالمواصفة القياسية المصرية رقم

١٦٥٨ - ١٩٩٥ .

Actual Strength

المقاومة الفعلية

مقاومة الضغط للخرسانة فى موقع محدد باعتبار أنها مقاومة الضغط لمكعب من الخرسانة

موجود بالمنشأ.

Estimated Actual Strength

المقاومة الفعلية التقديرية

وهى مقاومة ضغط المكعب القياسى لخرسانة العضو المختبر مقدرة من مقاومة ضغط القلب الخرسانى المأخوذة من هذا العضو. ويأخذ هذا التقدير تأثير نسبة طول القلب إلى قطره وتأثير اتجاه أخذ القلب الخرسانى وتأثير وجود صلب تسليح عمودى على محور القلب الخرسانى على مقاومة ضغط المكعب القياسى المقدرة.

٨-١-٤ التخطيط والعمل التحضيرى لاستخراج القلوب

يجب أن يكون أساس اتخاذ القرار باستخراج القلوب لتقدير المقاومة الفعلية متصلاً بجميع الأطراف المعنية، بل يجب عقد اجتماع ويفضل أن يكون بالموقع بل ويحضره ممثل عن المقاول الذى سيستخرج القلب فى حالات الاستخراج المعقدة ويجب أن يغطى التخطيط والعمل التحضيرى النقاط التالية :

أ - الحاجة إلى هذا الاختبار والهدف منه.

ب- دليل من سجلات الموقع أو المسح باستخدام الاختبارات غير المتلفة لتحديد موقع الخرسانة موضع الشك.

ج - المواضع المقترحة للقلوب وعددها وحجمها.

د - قيمة المقاومة المطلوبة طبقاً للتصميم والإجراء الذى سوف يتبع إذا كانت المقاومة المقدرة أقل من المقاومة المطلوبة.

هـ- مسئوليات الأفراد فيما يختص بتنفيذ العمل.

٨-١-٤-١ تحديد أماكن استخراج القلوب ومكان صلب التسليح

يجب تحديد أماكن الخرسانة موضع الشك فى العنصر اعتماداً على الفحص البصرى أو من السجلات. وقد يكون من الضرورى استعمال اختبار غير متلف لتعيين حدودها . كذلك يجب تحديد مكان أسياخ صلب التسليح باستعمال جهاز الكشف عن صلب التسليح (أو من سجلات الموقع) وتوضع علامات على العضو توضح موقع أسياخ صلب التسليح بالنسبة لأماكن القلوب المقترحة.

٨-١-٤-٢ تحديد عدد القلوب

إن اختبار القلب بطبيعته أكثر اختلافاً عن اختبار المكعب. فمعامل الاختلاف نتيجة الاختبار فقط للقلوب المقطوعة والمعدة جيداً ٦ % بينما قيمته للمكعبات المعدة جيداً ٣ % فقط، فالمقاومة الحقيقية المقدرة من قلب واحد تقع فى حدود $\pm 12\%$ فقط من القيمة الفعلية الحقيقية لمقاومة الخرسانة فى

القلب (حدود ثقة ٩٥ %). ويزيادة عدد عينات القلوب من أماكن أخذ العينات تتحسن اعتمادية المتوسط التقديرى للمقاومة الفعلية حيث يقع التقدير المتوسط للمقاومة الفعلية عند موقع محدد مقدراً باستخدام عدد (n) من القلوب فى حدود $\frac{12\%}{\sqrt{n}}$ من المقاومة الفعلية لخرسانة القلوب بمستوى ثقة ٩٥ % ،

لذا فإن زيادة عدد القلوب يؤدي إلى نتائج أفضل كما هو موضح بالجدول التالى (٨-١-١)

جدول (٨-١-١) تأثير عدد القلوب المعدة جيداً على الاختلاف بين المقاومة المتوسطة

والمقاومة الفعلية

عددالقلوب (n)	حدود اختلاف متوسط المقاومة المقدرة عن المقاومة الفعلية (مستوى ثقة ٩٥ %)
١	$\pm 12\%$
٢	$\pm 6\%$
٣	$\pm 4\%$
٤	$\pm 3\%$

يجب الأخذ فى الاعتبار انه يمكن اعتبار أن عموداً صغير المقطع غير كفاء إنشائياً اعتماداً على نتيجة قلب واحد فقط لأن القلب الواحد يمثل عينة ممثلة لدرجة جودة الخرسانة التى قد تؤدي للانهييار فى حين أن هذا لن يكون صحيحاً إذا كان القلب الخرسانى مأخوذاً من عنصر كبير الحجم ، لذا فإنه يوصى بأن يكون عدد القلوب المستخرجة عاكساً لحجم الخرسانة الحقيقية التى يمكنها أن تؤدي إلى أن يكون العنصر غير كفاء إنشائياً.

وعند تحديد عدد القلوب المطلوبة يجب التفريق بين الأغراض المختلفة لاستخراج تلك القلوب ويجب الحكم على العناصر الإنشائية المتشابهة كوحدة واحدة كأن نحكم على أعمدة طابق معين أو نحكم على خرسانة سقف محدد. ويفضل ألا يقل عدد القلوب المطلوبة للحكم على صلاحية عناصر إنشائية معينة عن ٣ قلوب ويحتوى الجدول التالى (٨-١-٢) على قيم استرشادية لعدد القلوب المطلوبة.

جدول (٨-١-٢) قيم استرشادية لعدد القلوب المختبرة

الغرض من استخراج القلوب			
الصلاحية		ضبط الجودة	
حجم خرسانة الأعضاء المختبرة (ح) م ^٣	عدد القلوب	حجم خرسانة الأعضاء المختبرة (ح) م ^٣	عدد القلوب
≥ 150	٣	≥ 250	٣
< 150	$\frac{(150 - ح)}{50} + 3$	< 250	$\frac{(250 - ح)}{100} + 3$

* يقرب عدد القلب المحتوى على كسر إلى الرقم الصحيح الأعلى

٨-١-٤-٣ تحديد مواضع استخراج القلوب

يمكن أن يستقطع القلب من أى موضع بالخرسانة المشكوك فيها طبقاً للغرض من الاختبار ويفضل أن يكون خالياً من الحديد. إذا كان استقطاع القلب سيؤدى إلى شكوك حول أداء العضو التشغيلى فى المستقبل فإن القلب يستقطع من أقرب جزء من الخرسانة المشكوك فيها لموقع غير حرج متفق عليه. ولا يجب على الإطلاق أن تستقطع أى قلوب من الأماكن التى يؤدى استقطاع القلب نفسه إلى جعل العنصر غير آمن.

قد يحدث أن يظهر الفحص البصرى أو الاختبارات غير المتلفة منطقة ذات جودة قليلة ومتسعة بقدر مؤثر على مقاومة العضو كله؛ فى هذه الحالة يكون من المناسب أخذ القلب من هذه المنطقة لتقدير المقاومة الفعلية مع أخذ الاحتياطات اللازمة لتأمين العضو فى حين أن وجود عيب موضعى فى القلب المستخرج فقط وغير موجود فى الخرسانة ككل يجعل من غير الملائم الاعتماد على هذا القلب فى تقييم أداء العنصر ككل.

- يجب أن يملأ مكان القلب بعد القطع ويكون ذلك عن طريق :

- ١ - ملء خرسانة جافة ذات مقاومة مناسبة فى مكان القلب.
- ٢ - صب جراوت أسمنت بورتلاندى أو راتنج إيبوكسى فى الحفرة الجافة ثم إدخال أسطوانة مصبوبة من الخرسانة لها نفس قطر الفتحة واستخدام طريقة الضخ أو البرم لتثبيت الأسطوانة فى فراغ القلب الممتلئ بالجراوت أو الراتنج .
- ٣ - إذا كان استرجاع الشكل الأصلى مهماً فيجب نشر الجزء الخارجى للقلب واعادته لمكانه الأصلى. ويملأ الجزء الداخلى فقط من الفراغ الحلقى بخرسانة طازجة.

٨-١-٤-٤ مقاس القلب

الأكطار المسموح بها هى ١٠٠ و ١٥٠ ملليمتر حيث لا يتعدى المقاس الاعتبارى الأكبر للركام الكبير ٢٥ و ٤٠ ملليمتر على التوالى ويفضل استخدام القطر ١٥٠ ملليمتر كلما أمكن ذلك لأنه يعطى نتائج أكثر اعتمادية. ويوضح الجدول التالى أفضلية الاختبارات الخاصة بأبعاد القلوب والمشاكل المحتملة المصاحبة لكل اختيار:

الاختبار	القطر (مم)	الطول (مم)	المشاكل المحتملة
الأول	١٥٠	١٥٠	قد يحتوى على أسياخ تسليح
	١٥٠	٣٠٠	قد يؤدي إلى قطع الخرسانة بعمق أكبر من المرغوب
	١٠٠	١٠٠	- لا يسمح به إذا كان المقاس الاعتبارى أكبر من ٢٥ مم - قد يؤدي إلى قطع الخرسانة بعمق أقل من المطلوب.
الآخر	١٠٠	٢٠٠	قد يعطى نتائج أقل اعتمادية.

يجب ألا تكون نسبة طول القلب إلى قطره أقل من واحد أو أكثر من اثنين بعدما تغطي نهايتهما. وبوجه عام تفضل القلوب القصيرة عن الطويلة حيث نسبة الطول إلى القطر بين ١ و ١,٢ .

- حالة خاصة

اعتمادا على أبحاث منشورة فإنه يمكن اختبار قلوب يتراوح قطرها بين ٥٠ مم حتى ١٠٠ مم وتعتبر نتائجها مرضية ولكن من الضروري أن تختبر القلوب باستعمال ماكينات اختبار ثلاث مقاس القلب، وعادة فإن المكونات المصممة لاختبار العينات ذات أقطار ١٠٠ و ١٥٠ مم تكون غير مناسبة لاختبار العينات ذات الأقطار الصغيرة. كما يجب ألا تستعمل الأقطار الصغيرة إذا كان المقاس الاعتبارى الأكبر للركام يزيد على ٢٠ مم. ويجب الأخذ فى الاعتبار أن القلوب ذات الأقطار الصغيرة قد تعطى نتائج ذات اختلاف أكبر من القلوب ذات الأقطار ١٠٠ و ١٥٠ مم $(\pm 36\% / \sqrt{n})$.

٨-٤-١-٥ معمل الاختبار

يجب أن تقوم الأطراف المعنية بالموافقة على معمل الاختبار الذى سيقوم بإعداد واختبار القلوب وتقييمه من حيث قدرته على إجراء الفحوص الضرورية وتغطية القلوب وإجراء اختبار الضغط طبقاً لمتطلبات هذه المواصفة ويعطى اهتماماً خاصاً بوجود شهادة معايرة لأداء ماكينة اختبار الضغط.

٨-٤-١-٦ الإشراف

يقوم بالإشراف على قطع القلوب شخص مسئول توافق عليه الأطراف المعنية ويكون قادراً على استعمال تقديره لتجنب إحداث إتلافات ولضمان استخراج القلوب بطريقة صحيحة وتقييمها. ويتم إعطاء المعلومات الأتية للمشرف الذى سيشرف على عملية التقب:

- ١ - موقع الخرسانة المشكوك بها وأى جزء غير مناسب للقلب وكذلك الموقع المحتمل للحديد إذا وجد ضمن عمق الثقب.
- ٢ - قطر القلب وعدد القلوب المطلوبة ونقط الثقب محددة على سطح الخرسانة.
- ٣ - عمق الخرسانة المراد استخراجها من كل موقع والجزء المحدد منه لاختباره والإجراءات التى يجب اتباعها إذا كسر القلب قبل الوصول للطول المطلوب.
- ٤ - الإجراءات التى يجب اتباعها إذا أظهر فحص القلب دمكا غير كاف - حديد - شروخ.
- ٥ - التعليمات التى يجب إعطاؤها لمعمل الاختبار.

١-٨-٥ الحصول على القلوب

- يشمل الحصول على القلوب ثقب واستخراج وفحص وتعريف القلب - تسجيل المعلومات - تحديد طول الاختبار والإرسال للمعمل.

١-٨-٥-١ الأجهزة

جهاز قطع العينة من الخرسانة المتصلة باستخدام أسطوانة القطع وهي عبارة عن أسطوانات بأقطار مختلفة مزودة بغدية من سبيكة خاصة مخلوطة ببرادة الماس لها خاصية القطع في الخرسانة أثناء دوران الأسطوانة بواسطة الجهاز.

١-٨-٥-٢ ثقب واستخراج القلب

يجب أن يقوم بعملية الثقب فنى مدرب ويراعى ما يلى :

- يجب أن يحافظ على وضع ثابت للمثقاب أثناء الثقب وإلا فإنه قد يحصل على قلب منحنى مما يؤدي إلى نقص فى المقاومة المقاسة.
- يجب مراعاة أن يكون الضغط المؤثر به على المثقاب بدرجة مناسبة لأن الضغط القليل يمنع تأثير القاطع الماسى فى حين أن الضغط الكبير يسبب تآكلا زائدا للماس وقد يؤدي إلى كسر محور الموتور.
- قبل فصل القلب يجب التأكد من الوصول لعمق الثقب المطلوب.
- يمكن الاستدلال على أن المثقاب واجه صلب تسليح من تغير صوت المثقاب أو تغير سرعته أو من لون ماء التبريد.

- يتم استخراج القلب عادة بإدخال إزميل بجانب القلب لفصل القلب عند أو بالقرب من نهاية الطول المتقوب ثم استخراج القلب باستخدام المنقب أو كلابات .

- ويجب على المشرف التأكد من أن طريقة النقب المستخدمة لا تسبب تشوها أو تلفا للقلب.

٨-١-٥-٣ الفحص

عند استخراج كل قلب يجب أن يقوم المشرف بفحصه للتأكد من أن طوله مناسب للاختبار وإذا لم يكن كذلك فيجب أن يستخرج قلب آخر قريبا من منطقة استخراج القلب المرفوض.

٨-١-٥-٤ تعريف القلب

يجب أن يعطى كل قلب رقما كوديا يكتب على سطح القلب المقطوع . كذلك توضع علامات على القلب تبين المسافة بالمليمترات من سطح ثقب الخرسانة . حتى يمكن بعد تسوية القلب معرفة وضع العينة المختبرة بالنسبة للعنصر الإنشائي.

سطح الثقب

-50
- 100 B/3
- 150

مسقط جانبي لقلب موضح عليه الرقم الكودى (B/3)
وعلامات من سطح الثقب على مسافات ٥٠ مم

٨-١-٥-٥ تقرير الثقب

يقوم المشرف بإعداد تقرير عن الثقب أثناء العمل يحتوى على :

- موقع الثقب

- الرقم الكودى للقلوب

- أى ملاحظات

٨-١-٥-٦ إرسال القلوب للمعمل وتحديد أطوالها

يجب أن يتأكد المشرف من سلامة نقل القلوب للمعمل بدون حدوث تلف لها ويرسل معها التعليمات الخاصة بتحديد أى جزء من القلب يعد ويختبر ويراعى الآتى:

- يجب ألا يقل طول القلب بعد الإعداد عن القطر ولا يزيد على ضعف القطر ويفضل ألا يزيد الطول على ١,٢ القطر. ويفضل أن يتم إعداد القلب بحيث لا يشمل طول الاختبار المقاطع التى تحتوى على قطع من أسياخ صلب التسليح .

٨-١-٦ إعداد القلوب للاختبار

يشمل عمل المعمل وهو تسوية نهايات القلوب وتغطية نهاياتها واختبارها ، كما يشمل كذلك فحصها وتعيين كثافتها.

٨-١-٦-١ الأجهزة

- منشار لقطع الخرسانة لتسوية نهايات العينة إما بالقطع أو البري، و هو عبارة عن قرص دائري مزود بفدية من الماس أو كريد السيليكون متصل بموتور للحركة (يستخدم في حالة تجهيز العينة بطريقة التجليخ) ويمكن من تسوية السطح في حدود التفاوت المسموح به.

- طوق من الصلب مستوى الحافتين و لوح من الزجاج بسبك لا يقل عن ٨ مم يستخدمان في حالة تجهيز نهايات العينة باستخدام المونة الأسمنتية.

- قالب لتجهيز نهايات العينة بالكبريت يتكون من لوح أفقي ذى سطح مستو من الصلب لا يزيد التفاوت في أفقية سطحه عن ٠,٣٠ مم ومتعامد مع دليل رأسى لضمان الحصول على نهاية مستوية و متعامدة مع محور العينة .

- مكنة اختبار مقاومة الضغط مناسبة للعينة من حيث الحجم و الحمل المتوقع.

٨-١-٦-٢ الإجراءات

٨-١-٦-٢-١ الفحص

يجب أن يقوم المعمل بفحص وتصوير كل قلب طبقاً لتعليمات المشرف على قطع القلوب وتكوين الملاحظات. وتشمل الملاحظات ما يلى:

أ - عدم تجانس الخرسانة خلال القلب أو بين القلوب بعضها البعض.

ب - الفراغات الموجودة على السطح الخارجى للقلب من حيث الحجم حيث تقسم إلى:

صغيرة / متوسطة / كبيرة

ويصنف الفراغ حسب أبعاده كالتالى :

- فراغ صغير إذا كان مقاسه يتراوح بين ٠,٥ مم و ٣ مم
- فراغ متوسط إذا كان مقاسه يتراوح بين ٣ مم و ٦ مم
- فراغ كبير إذا كان مقاسه أكبر من ٦ مم
- فراغات التعشيش وهى الفراغات المتصلة الناتجة غالبا من عدم كفاية الدماك أو عند نقص المونة.
- ج - مكان الشروخ أو التلف أو الحديد. توضع علامات على سطح القلب على المناطق التالية وحول حديد التسليح ويرسم شكل توضيحي لكل قلب .
- د - مقياس الركام التقريبي (يأخذ فى الاعتبار أن الركام المقطوع يبدو أصغر) . ونوع الركام وشكله ولونه.
- هـ - التدرج الظاهري للركام وأى صفات ظاهرة للرمل.

٨-١-٦-٢-٢ القياسات

- قياس الأبعاد : يقاس القطر وطول القلب قبل وبعد إعداد النهايات
- قياس الوزن والكثافة : يوزن كل قلب وتعين كثافة الخرسانة بحالة تسليمها للمعمل أو فى الحالة المشبعة
- قياس صلب التسليح : يقاس قطر الحديد والبعد بين أسياخ الحديد إن وجدت. ويعين موقع أى سيخ موجود بقياس المسافة من مركز السيخ المكشوف إلى سطح القلب قبل وبعد إعداد النهايات.

٨-١-٦-٣ حدود التفاوت

حدود التفاوت المسموح بها فى العينة المجهزة كالتالى :

- أ - الاستواء : التفاوت المسموح به لسطح نهايتى العينة ٠,٠٦ مم
- ب - السعآمد : التفاوت المسموح به بين نهاية العينة المعدة أولا ومحور العينة كمحور أساسى هو ٢ مم

ج - التوازي : التفاوت المسموح به فى توازي السطح العلوى مع السطح السفلى هو ٢ مم.

د - الأسطوانية : التفاوت المسموح به هو ٣ % من قطر القلب.

٨-١-٦-٢-٤ تجهيز العينات

١ - تسوية القلب لطول الاختبار

يجب أن يقوم المعمل بتسوية كل قلب طبقاً لتعليمات المشرف على قطع القلوب مع التأكيد على ألا يقل طول القلب المعد عن ٩٥ % من القطر وبحيث لا يزيد عن ضعف قطر القلب. ويستخدم للتسوية حجر تجليخ والأفضل استخدام منشار قطع الخرسانة .

٢ - تجهيز نهايتى الاختبار بالتجليخ

- توضع العينات فى ماء درجة حرارته $20 \pm 2^\circ\text{C}$ لمدة ساعة على الأقل قبل التجليخ .
- ترفع العينات من الماء ويتم إعداد النهايات وعمل القياسات المطلوبة فى مدة لا تزيد على ساعة وتعاد العينات ثانية إلى الماء.
- يتم تجليخ النهايات بمنشار من الماس بحيث لا يتعدى التفاوت الحدود المسموح بها فى بند (٨-١-٦-٢-٢) .

٣ - تغطية نهايات العينة

أ - التغطية بالمونة

- تحفظ العينات فى الماء عند درجة حرارة $20 \pm 2^\circ\text{C}$ لمدة ساعة على الأقل قبل التغطية.
- تتكون مادة التغطية من ثلاثة أجزاء بالوزن من الأسمنت الألويمينى إلى جزء من رمل ناعم يمر من منخل ٠.٣ مم .
- توضع العينة بعد رفعها من الماء على سطح أفقى ويركب طوق من الصلب بقطر يناسب قطر القلب عند نهاية العينة بحيث يكون حرف الطوق العلوى أفقياً وعلو مباشرة أعلى نقطة بسطح العينة .
- يتم ملء الطوق بمادة التغطية حتى يتكون سطح محدب فوق حرف الطوق ثم يضغط على المونة بلوح التغطية الزجاجى والمغطى بطبقة من الزيت مع الحركة الدائرية حتى تتلامس تماماً حافة الطوق ولوح الزجاج.
- توضع العينة بالطوق ولوح الزجاج مباشرة فى جو رطوبته النسبية ٩٠ % على الأقل ودرجة حرارة $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ويرفع الطوق عندما تصبح المونة صلبة بقدر كاف.

ب - التغطية بالكبريت

- تحفظ العينات فى حالة جافة قبل التغطية .

- تكون مادة التغطية من أجزاء متساوية بالوزن من الكبريت ورمل سيليسى ناعم يمر من منخل ٠,٣٠ مم وتحجز على منخل ٠,١٥ مم بالإضافة إلى نسبة صغيرة من الكربون الأسود (١-٢ %) .
يسخن الخليط إلى درجة ١٣٠ - ١٥٠ °م ويسمح للخليط بأن يبرد قليلا مع التقليب المستمر .

- يحضر القالب بدهان لوح الصلب بالبرافين ويسخن قليلا ويوضع على سطح مستو ثم يصب به الخليط السابق وتوضع العينة فى طبقة الكبريت بحيث يكون محور العينة رأسيا بمساعدة دليل القالب. بعد بضع ثوان يزال الكبريت الزائد يسكين حادة وترفع العينة من القالب.

٨-١-٦-٢-٥ حفظ العينات

- بعد تجهيز العينة أو تغطية سطحها يتم غمرها فى الماء عند درجة حرارة 20 ± 2 °م لمدة ٤٨ ساعة على الأقل قبل الاختبار للوصول إلى حالة التشبع.

- لا تختبر العينات المأخوذة من خرسانة عالية المقاومة والتي تمت تغطية نهايتها بمونة الأسمنت الألومينى إلا بعد أن يصل إجهاد مونة التغطية إلى قيمة أعلى من القيمة المتوقعة لخرسانة القلب على أنه يجب ملاحظة الآتى :

- عدم استخدام أى طريقة أخرى للتغطية.

- تكون التغطية بأقل سمك ممكن.

- فى حالة التسوية اليدوية يمكن أن يصل سمك الطبقة الأقصى إلى أكثر قليلا من نصف المقاس الاعتبارى الأكبر.

- القلوب التى يتعدى فيها التفاوت فى الأسطوانية الحدود المسموح بها أو التى يظهر فيها التعشيش بدرجة كبيرة لا تختبر.

٨-١-٦-٢-٦ تعيين الكثافة

تعطى كثافة القلب معلومات مفيدة بوجه عام، ويمكن تعيين الكثافة طبقاً للإجراءات التالية

أ - قبل التغطية مباشرة يغمر القلب بعد تسوية نهاياته فى الماء لمدة ٢/١ ساعة ويعين حجم القلب بطريقة إزاحة الماء (V_v)

ب - تتم تغطية القلب (بعد السماح له بالجفاف فى حالة استعمال التغطية بالكبريت والرمل)، إذا لم تكن كثافة مادة التغطية معروفة بدرجة دقة عالية فيجب عمل عينة منها وحفظها مع القلوب فى الماء وتعيين كثافتها (D_c) قبل اختبار القلب.

ج - بعد فترة الغمر فى الماء وقبل اختبار الضغط مباشرة يوزن القلب المغطى فى الهواء ويعين وزنه (W_t) (مشبع والسطح جاف) ويعين حجمه (V_t) .

د - يمكن تعيين كثافة الخرسانة المشبعة (D_s) من العلاقة التالية :

$$D_a = \frac{W_t - D_c(V_t - V_u)}{V_u} \quad (8-1-1)$$

ملاحظة :

إذا كان القلب يحتوى على حديد ، فيجب استخراجه من القلب بعد اختبار الضغط للقلب ووزنه (W_s) وتعيين حجمه (V_s) ثم تعين الكثافة كالتالى:

$$D_a = \frac{W_t - D_c(V_t - V_u) - W_s}{V_u - V_s} \quad (8-1-2)$$

٧-١-٨ اختبار القلب

- يجب أن يختبر القلب بعد فترة لا تقل عن يومين بعد التغطية والغمر فى الماء.

- يختبر القلب بعد رفعه مباشرة من الماء وهو فى حالة رطبة.

- القلوب ذات التغطية المفككة أو المشرقة لا تختبر.

- يعين القطر المتوسط للقلب لأقرب ملليمتر (تُحسب القيمة المتوسطة لمساحة المقطع).

- يقاس طول القلب المغطى لأقرب ملليمتر وتُحسب النسبة λ = طول القلب إلى القطر

١-٧-١-٨ وضع العينة فى ماكينة الاختبار

يزال أى ماء أو رمل من على سطحي القلب وينظف سطحا لوحى التحميل ثم توضع العينة بحيث يتطابق مركزها مع مركز الفك السفلى لمكينة الاختبار ولا تستعمل أى حشوات بين سطحي العينة وسطحي لوحى التحميل.

٨-٧-١-٢ التحميل

يتم التأشير بالحمل تدريجياً وبمعدل منتظم ومستمر يتراوح بين ٠,٢٠ نيوتن /مم^٢ إلى ٠,٤٠ نيوتن /مم^٢ حتى يصل إلى أقصى حمل يمكن أن تتحمله العينة ويسجل حمل الكسر . ويلاحظ شكل الانهيار ويرسم إذا كان شكله غير معتاد حيث أن شكل الكسر العادى للقلب يعنى:

أ - عدم حدوث شروخ أو كسر مؤثر فى مادة التغطية.

ب - عدم فقد التماسك بين مادة التغطية والقلب.

ج - حدوث شروخ متماثلة حول كل محيط القلب

يعتبر حدوث شرخ قطرى فى حالة القلوب الطويلة مقبولا ، ولكن يجب أن يسجل حدوثه فى التقرير إذا كان القلب قصيراً ($1.2 < \lambda$) أو مع وجود حديد أو تعشيش للمساعدة فى تفسير النتائج.

٨-١-٨ حساب النتائج

تحسب مقاومة الضغط للقلب بقسمة الحمل الأقصى للقلب على مساحة المقطع لأقرب نيوتن /مم^٢.

١-٨-١-٨ تقدير المقاومة الفعلية

يتضمن تقدير المقاومة الفعلية بمعلومية مقاومة القلب التصحيح نتيجة اختلاف شكل القلب عن المكعب والاختلاف بين اتجاه الصب واتجاه التحميل، وذلك باستخدام المعادلات الآتية:

القلوب المثقوبة فى اتجاه أفقى :

$$\text{المقاومة الفعلية المقدرة للمكعب} = \frac{2.5}{1.5 + \frac{1}{\lambda}} \times \text{مقاومة القلب.}$$

القلوب المثقوبة فى اتجاه رأسى :

$$\text{المقاومة الفعلية المقدرة للمكعب} = \frac{2.3}{1.5 + \frac{1}{\lambda}} \times \text{مقاومة القلب.}$$

حيث λ هى نسبة طول القلب إلى قطره

٢-٨-١-٨ تصحيح مقاومة القلب لتأثير صلب التسليح :

يفضل أن تكون القلوب المستعملة لقياس مقاومة الخرسانة غير محتوية على صلب ولكن إذا لم يتحقق ذلك فإنه من المتوقع حدوث انخفاض فى المقاومة المقاسة للقلب المحتوى على صلب تسليح (ليس فى اتجاه محور القلب) ويتراوح هذا النقص بين ٥ و ٢٠% فى حالة القطر الكبير . ولذا يجب

استعمال عامل تصحيح لوجود الصلب حيث يضرب إجهاد القلب أو المقاومة الفعلية المقدرة في هذا العامل.

أ - فى حالة وجود سيخ تسليح واحد

إذا كان القلب يحتوى على سيخ تسليح واحد عمودى على محور القلب فإن المقاومة الفعلية المقدرة يجب أن تصحح بضربها فى المعامل التالى :

$$\text{Correction Factor} = 1 + 1.5 \left(\frac{s}{L} \cdot \frac{\Phi}{d} \right) \quad (8-1-3)$$

حيث :

ϕ = قطر سيخ الحديد

d = قطر عينة القلب الخرساني

s = المسافة بين محور سيخ الحديد والنهية القريبة للعينة

L = ارتفاع القلب الخرساني

ب - فى حالة وجود عدة أسياخ تسليح يكون معامل التصحيح فى هذه الحالة يساوى:

$$\text{Correction Factor} = 1 + 1.5 \left(\frac{\sum s \cdot \Phi}{L \cdot d} \right) \quad (8-1-4)$$

ويلاحظ أنه إذا كانت المسافة بين السيخين عند أقرب نقطة بينهما لا تزيد عن قطر السيخ

الأكبر، يؤخذ فى الاعتبار فقط السيخ الذى له القيمة الأكبر من $(S \cdot \phi)$.

٨-١-٩ حدود الدقة والحيود للنتائج

١ - يتوقع أن تقع المقاومة الفعلية المتوقعة المقدرة من قلب واحد فى حدود $\pm 12\%$ من المقاومة

الفعلية الحقيقية لخرسانة القلب - بدرجة ثقة ٩٥% - وبالتالي فإن المقاومة الفعلية

المتوقعة المتوسطة لعدد n قلب يمكن الاعتماد عليها - بنسبة ثقة ٩٥% - حيث تقع فى

حدود $\pm \left(\frac{12\%}{\sqrt{n}} \right)$ من المقاومة الفعلية الحقيقية المتوسطة لخرسانة القلوب.

٢ - يجب التأكيد على أنه يفضل أن تكون القلوب خالية من حديد التسليح ولكن إن وجد حديد

تسليح فى القلب الخرساني تستعمل معاملات التصحيح. ويؤخذ فى الاعتبار أنه إذا كان

التصحيح بين ٥% و ١٠% فإن استعمال نتائج القلوب لا يتم إلا بالاتفاق على ذلك ولكن إذا

كان التصحيح يزيد عن ١٠% فإن نتائج القلب لا يعتمد عليها ويؤخذ فى الاعتبار أخذ قلوب

أخرى.

٣ - فى الحالات الخاصة التى تختبر فيها قلوب صغيرة (أقل من ١٠٠ مم) فلا تختبر القلوب المحتوية على حديد تسليح.

١٠-١-٨ تفسير النتائج

عند تفسير النتائج يجب أخذ هذه النقاط فى الاعتبار :

- ١ - حيث أن إجراءات الاختبار تتطلب غمر العينات فى الماء قبل الاختبار فإنه سيحدث انخفاض فى المقاومة - قد يصل إلى ١٥ % - بالنسبة لمقاومة الخرسانة الجافة .
- ٢ - العلاقة التى تستخدم لتعيين المقاومة الفعلية المقدرة تأخذ فى الاعتبار أى اختلاف بين القلب والمكعب القياسى من حيث الاتجاه .
- ٣ - تعتبر الخرسانة مقبولة إذا كانت المقاومة المتوسطة للقلوب لا تقل عن ٧٥ % من المقاومة المطلوبة فى حالة المنشآت من الخرسانة المسلحة - ولا تقل عن ٨٠ % من المقاومة فى حالة المنشآت من الخرسانة سابقة الإجهاد. ولا تقل المقاومة المحسوبة لأى قلب عن ٦٥ % من المقاومة المطلوبة فى حالة المنشآت من الخرسانة المسلحة - ولا تقل عن ٧٥ % فى حالة المنشآت من الخرسانة سابقة الإجهاد .

١١-١-٨ تقرير الاختبار

١-١١-٨-١ عام

يجب أن يذكر بالتقرير المواصفة القياسية التى أخذت وجهزت واختبرت العينات على أساسها . ويشتمل التقرير على البيانات التالية:

١-١١-٨-٢ بيانات تقدم بواسطة مقدم العينات للاختبار

أ - بيانات إلزامية

- تعريف القلب
- تاريخ الثقب
- اتجاه الثقب بالنسبة لاتجاه الصب
- اسم الشخص الذى قام باستخراج القلوب
- ظروف حفظ العينات
- عمر الخرسانة عند إجراء الاختبار

ب - بيانات اختيارية

- اسم المشروع
- جزء المشروع أو مكوناته

- المقاومة المميزة

- تفاصيل الخلطة الخرسانية

- الإضافات المستعملة

٨-١-١١-٣ بيانات تقدم بواسطة المعمل

أ - بيانات إلزامية

١ - تعريف العينة .

٢ - تاريخ استلام العينة .

٣ - القطر المتوسط للعينة .

٤ - أقصى وأقل طول للعينة كما وردت .

٥ - كثافة العينة .

٦ - طول العينات بعد التجهيز وموضعها من العينة الأصلية.

٧ - طريقة تجهيز النهايات

٨ - توصيف درجة الدمك وتوزيع المواد والفراغات ووجود الشروخ.

٩ - تاريخ الاختبار .

١٠ - عمر العينة عند الاختبار (إذا كان معروفاً).

١١ - طول فترة الحفظ فى الماء قبل الاختبار .

١٢ - مقياس ومكان حديد التسليح .

١٣ - أقصى حمل للانهيار لكل قلب .

١٤ - مقاومة القلب للضغط والمقاومة الفعلية التقديرية للمكعب.

١٥ - مظهر الخرسانة بعد الكسر ونوع الانهيار .

١٦ - أية ملاحظات أخرى .

ب - بيانات اختيارية

١ - صور فوتوغرافية للقلوب وقت استلامها.

٢ - وصف الركام - نوعه - شكل الحبيبات - المقياس الاعتبارى الأكبر .

٨-١-١٢ مراجع

- المواصفات القياسية المصرية رقم ١٦٥٨ - ١٩٩٥ طرق اختبار الخرسانة جزء ٦: تعيين مقاومة

الخرسانة للضغط بطريقة اختبار القلب الخرساني

- British Standards Institution – BS 1881 –1983 -Part 120. Method for Determination of the Compressive Strength of Concrete Cores.
- American Society for Testing and Materials . ASTM C42 –90 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete.
- Concrete Society Technical Report No 11 including Addendum (1987). Concrete Core Testing for Strength Cement and Concrete Association, Wexham Spring , Slough SL3 6PL .
- American Concrete Institute ACI 318-97 Standard Building Code Requirements for Reinforced Concrete, Detroit,1997 .
- British Standards Institution -BS 8110 Structural Use of Concrete- , Part 1 :1985 Code of Practice for Design and Construction . London .
- Neville,A.M., 'Properties of Concrete ' John Wiley,1996.

٨-٢ توصيات لاختبار صلادة السطح باستخدام مطرقة الارتداد

RECOMMENDATIONS FOR SURFACE HARDNESS TESTING BY REBOUND HAMMER

٨-٢-١ عام

اختبار صلادة السطح باستخدام مطرقة الارتداد هو أحد الأساليب غير المتلفة المفيدة في مقارنة جودة الخرسانات المختلفة تحت نفس الظروف وتقييم تغير نوعية الخرسانة مع تغير العمر وظروف التعرض ، كما قد تستخدم لتحديد قيم تقريبية لمقاومة الخرسانة للضغط (عند وجود منحنيات المعايرة المناسبة). ولا تعتبر هذه الطريقة بديلاً للطرق المعروفة لتقدير المقاومة ولكنها يجب أن تستخدم كطريقة ابتدائية أو تكميلية لهذه الطرق بغرض ضبط الجودة.

٨-٢-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى قياس صلادة الارتداد من السطح الخرساني باستخدام كتلة معدنية ذات وزن قياسي تصدم السطح الخرساني - عمودياً عليه - بطاقة ابتدائية محددة. ويعبر عن ارتداد هذه الكتلة بواسطة رقم الارتداد الذي يتناسب طردياً مع مقاومة الطبقة السطحية من العنصر. ويمكن تقدير المقاومة للعنصر باستخدام منحنيات معايرة تستنتج لخرسانة لها ظروف مشابهة لتلك المختبرة.

٨-٢-٣ تعريفات

صلادة السطح

خاصية للسطح الخرساني تقاس بنسبة الطاقة المرتجعة لكتلة قياسية تصدم السطح بطاقة ابتدائية ثابتة.

موقع الاختبار

منطقة من الخرسانة يتم تقييمها ويمكن اعتبارها - عملياً - ذات جودة منتظمة.

قراءة الصلادة

قياس وحيد للصلادة عند نقطة من السطح الخرساني.

اختبار الصلادة

مجموعة من اختبارات الصلادة عند موقع اختبار.

٨-٢-٤ الجهاز

توجد أنواع متعددة من مطرقة الارتداد وأكثرها شيوعاً يعطى طاقة صدم ٢,٢ نيوتن.م. وينبغي أن يصاحب المطرقة سندان معايرة (Anvil) صلب لمعايرة الجهاز من حين لآخر وعند الاستخدام. وقد تختلف الأجهزة من حيث طريقة إظهار رقم الارتداد حيث يوجد النوع التقليدى ذو المؤشر أو النوع ذو المسجل الورقى أو ذو الذاكرة الإلكترونية. والنوع الأخير يمكن أن يقوم بعمل بعض التحليلات الإحصائية للقراءات واستنتاج قيم المقاومة من منحنيات معايرة معطاة ويأخذ فى الاعتبار اتجاه ميل المطرقة.

ويتكون الجهاز من غلاف معدنى يحتوى بداخله على مكبس أسطوانى محورى فى نهايته نظام تعليق مفصلى يربط (أو يفصل) حركة نقل قياسي (Hammer) متحد المحور مع المكبس. ويبرز المكبس من الطرف المفتوح للغلاف بينما يبتعد عن الطرف المغلق (من الداخل) بواسطة ياد معدنى. ويرتبط النقل المعدنى من الناحية الأخرى بمقدمة الغلاف بواسطة ياد معدنى يعمل على سحب المطرقة وإحداث الصدمة مع السطح المختبر عند فصل النقل عن المكبس من نظام التعليق المفصلى. كما يحتوى الغلاف من الداخل فى مركز النهاية المغلقة (الخلفية) على مسمار يقوم بفصل نظام التعليق وتحرير النقل من المكبس عند دفع المكبس لنهاية مشواره وقت الاختبار. يوضح الشكل (٨-٢-١) قطاعاً رأسياً فى الجهاز ، كما يوضح الشكل (٨-٢-٢) ترتيب وضع الأجزاء الرئيسية أثناء الاختبار.

٨-٢-٥ الإجراءات

٨-٢-٥-١ أخذ قراءات الارتداد

- تحدد مواقع الاختبار بالمنشأ أو العناصر المطلوب فحصها حسب حالة الإجهادات ، مقياس العنصر أو المنشأ ، التغير فى المقاومة المتوقعة ، وظروف الصب بحيث تكون المواقع المختلفة ذات ظروف متشابهة (الرطوبة والتثبيت والجساءة ... الخ) بحيث تسمح باستخدام منحنى المعايرة المعد للتقييم. وتزداد أهمية تشابه الظروف إذا كان الغرض من الاختبار هو المقارنة. ويمكن اختبار الأسطح الرطبة بعد إزالة الماء الحر السطحى.

- يتم تحقيق كفاءة الجهاز باستخدام سندان المعايرة (Anvil) الخاص بالجهاز، ويسجل رقم الارتداد الناتج. وإذا اختلفت القراءة المسجلة بدرجة كبيرة عن المعطاة للسندان يتم استبعاد الجهاز واستبداله بأخر سليم. أما إذا كان الفارق فى حدود المسموح به - حسب توصيات المنتج - فيمكن استخدام الجهاز مع تطبيق معامل التصحيح الموضح بالكتالوج الخاص به.

- يسوى وينعم سطح الخرسانة فى الموقع (المواقع) المطلوب اختياره بواسطة الحجر أو القطع للحصول على سطح ناعم مستو فى مساحة حوالى ٣٠٠ مم × ٣٠٠ مم. والأفضل اختبار السطح

- الموجود على حالته بعد الصب والذي لم يحدث له تعديل (بالتسوية بالمسطرين مثلاً) وذلك باختبار الأسطح التي كانت مواجهة للشدة أثناء الصب.
- ترسم شبكة من الخطوط المتعامدة تباعدها في الاتجاهين بمقدار من ٢٠ إلى ٥٠ مم تكون نقاط التقاطع هي نقاط أخذ القراءات. ويراعى تباعد أى من النقاط المختبرة عن الحواف بمسافة لا تقل عن ٢٠ مم . ويمكن التغاضى عن استخدام الشبكات مع المحافظة على المسافات بين مواقع أخذ القراءات بعضها البعض وبينها وبين حواف العنصر المختبر .
 - يُحرر مكبس المطرقة (Plunger) من غلاف الجهاز بواسطة دفعه للداخل مع ضغط زر تثبيت القراءة في نفس الوقت. يتم دفع المطرقة عند كل تقاطع في اتجاه عمودى على السطح مع تثبيتها حتى يدخل المكبس بكامله إلى داخل الغلاف ويرتد الثقل القياسى محدثاً صدمة وصوتاً مسموعاً. ويستمر دفع المطرقة باتجاه السطح المختبر للحفاظ على قيمة القراءة المسجلة للارتداد ثم يضغط على زر تثبيت القراءة ويمكن بعدها رفع المطرقة من السطح وتسجيل القراءة رقم الارتداد. (الشكل (٢-٢-٨)).
 - يفضل تسجيل القراءة على مخطط يوضح شكل الشبكة في كل موقع وتؤخذ ١٢ قراءة على الأقل عند كل موقع.
 - بعد انتهاء الاختبارات يتم تحقيق كفاءة الجهاز باستخدام سندان المعايرة (Anvil) الخاص بالجهاز وتسجل القراءة.
- ٢-٥-٢-٨ المعايرة**
- تكون باستخدام عينات معملية (مكعبات) غير أنها قد لا تكون ممثلة للواقع في المنشأ، لذلك يمكن استخدام التقدير في نقاط بالمنشأ ثم استخراج قلوب خرسانية من مواقع الاختبار وكسرها لتحقيق العلاقة بين الارتداد والمقاومة.
 - لا توجد علاقة وحيدة تربط الارتداد مع المقاومة ولذلك ينبغي أن تجرى المعايرة لمجموعة محددة من الظروف للحصول على دقة مقبولة.
 - تكون الدقة أكبر إذا كانت العينات المستخدمة أكبر ما يمكن فالمكعبات (١٥٠ مم) مفضلة عن المكعبات (١٠٠ مم).
 - توضع عينات المكعبات في مكنة اختبار الضغط تحت إجهاد ٧ - ١٠ نيوتن/مم^٢ إذا كانت طاقة الصدم بالجهاز ٢,٢ نيوتن.م ويزاد الإجهاد أو يقلل طردياً مع تغير طاقة الصدم للجهاز.

- يُختبر عدد من العينات - فى نفس ظروف المعايرة المطلوبة فى مدى مقاومة يناظر المتوقع. وتزداد الثقة فى المعايرة بزيادة عدد النتائج . ويتم أخذ ٩ قراءات على كل من وجهى المكعب المكشوفين أثناء التحميل بحيث لا تقل المسافة بين مواقع الاختبار وحافة المكعب أو بين المواقع المختلفة عن ٢٠ سم. ويتم تحديد متوسط رقم الارتداد للقراءات.
- يتم زيادة تحميل المكعب حتى الكسر ويحدد إجهاد الكسر = مقاومة الضغط = حمل الكسر/مساحة التحميل. ويمثل متوسط رقم الارتداد مع مقاومة الضغط نقطة واحدة تستخدم مع نقاط أخرى لاستنتاج منحنى المعايرة.
- يتم تغيير مقاومة الضغط لعينات المعايرة حسب الغرض من الدراسة ، فإذا كان المطلوب دراسة تطور المقاومة مع العمر تتم زيادة المقاومة لغرض المعايرة بواسطة زيادة عمر الاختبار. أما إذا كان الغرض تحديد نوعية الخرسانة يتم زيادة المقاومة بإنقاص نسبة م/س.
- يتم تحديد منحنى العلاقة الذى يعطى أفضل توافق مع النقاط الناتجة ، ويستخدم فى التقييم مع مراعاة ظروف العينات.

٨-٢-٥-٣ التطبيقات المختلفة للاختبار

أ - تحقيق انتظام الخرسانة

ويتم ذلك بأخذ قراءات الصلادة عند مواقع مختلفة لتحديد المناطق ذات الجودة المتباينة ثم يتم تأكيد ذلك باستخدام وسائل أخرى أكثر دقة (متلفة عادة). وينبغى مراعاة ضرورة تماثل ظروف الاختبار فى المواقع المختلفة أو اعتبار ذلك عند تحليل النتائج لتقييم الجودة.

ب - مقارنة نتائج الخرسانة المختبرة بقيمة مرجعية لتحقيق متطلبات محددة

يمكن استخدام نتائج اختبار الصلادة لتحديد إمكانية عتاولة أو نقل الوحدات أو إزالة الدعامات المؤقتة للعناصر الإنشائية، وذلك بالإضافة إلى اختبار مقاومة الضغط وتحدد القيمة الحرجة للصلادة (رقم الارتداد) بناء على حمل ضمان أو الخبرة السابقة لأدائية العناصر فى اختبارات القبول، ومن الممكن أيضاً ضمن إجراءات ضبط الجودة استكمال عدد محدود من اختبارات التحميل أو الاختبارات المتلفة بالعديد من الاختبارات البسيطة للصلادة.

ج - تحديد خصائص سطح الخرسانة وانتهى لها تأثير مباشر على أدائها

يمكن استخدام نتائج اختبار الصلادة لتقييم مقاومة البرى لسطح الخرسانة حيث أظهرت النتائج ارتباطاً مقبولاً جداً بينهما.

د - تقدير مقاومة الخرسانة فى المنشآت

يمكن -عن طريق عمليات المعايرة فى البند السابق- استنتاج قيم تقريبية لمقاومة الخرسانة للضغط بمعلومية نتائج اختبار الصلادة. غير أنه ينبغى الحذر الشديد عند إجراء ذلك حيث توجد العديد من العوامل المتداخلة التى تؤثر فى صحة (وليس دقة) النتائج خصوصاً التماثل فى الظروف مع تلك المستنتج لها منحنى المعايرة. والبند التالى يحتوى على وصف موجز للعوامل المؤثرة على نتائج اختبار الصلادة.

٨-٢-٦ العوامل المؤثرة على نتائج اختبار الصلادة

تعطى هذه الطريقة لاختبار صلادة الارتداد معلومات عن نوعية الخرسانة فى الطبقة السطحية (بعمق حوالى ٣٠ مم) وتقيس الصلادة لهذه الطبقة وبالتالى العلاقة مع أى خاصية أخرى هى علاقة تجريبية فقط دون أى أساس نظرى. تعرض الفقرات التالية بإيجاز العوامل المؤثرة على نتائج اختبار الصلادة لكى توضح مصادر الخطأ فى القياسات وحدود استخدام مطرقة الارتداد ونتائج الاختبار بها.

٨-٢-٦-١ مقاومة الخرسانة

تتأثر العلاقة بين مقاومة الخرسانة وصلادة السطح بالعوامل الآتية:

أ - نوع الأسمنت

تأثير الاختلاف فى نعومة الأسمنت البورتلاندى على العلاقة صغير نسبياً ولا يزيد على ١٠%. ولكن الخرسانة المنتجة باستخدام الأسمنت عالى الألومينا يمكن أن تعطى نتائج أعلى بمقدار ١٠٠% من تلك المستنتجة للأسمنت البورتلاندى العادى، بينما الخرسانة المنتجة باستخدام الأسمنت عالى المقاومة للكبريتات تعطى مقاومة أقل بمقدار ٥٠% من تلك التى نحصل عليها من المعايرة بالأسمنت البورتلاندى.

ب - محتوى الأسمنت

الخرسانة ذات محتوى الأسمنت المرتفع تعطى قراءات ارتداد أقل من الخرسانة ذات نفس المقاومة بمحتوى أسمنت أقل. ولكن الخطأ الناتج عن هذا العامل لا يتعدى ١٠%.

ج - نوع الركام

بالرغم من أن النواعيات المختلفة من الركام عادى الوزن تعطى معايرت متقاربة فإن ذلك يتطلب إثباته معملياً ولا بد من إجراء معايرة خاصة عند استخدام الركام خفيف الوزن و ذى المواصفات الخاصة.

د - نوع المعالجة وعمر الخرسانة

تتغير العلاقة بين المقاومة والصلادة تبعاً لعمر الخرسانة ، التغير فى معدل التصلب الابتدائى ، المعالجة ، وظروف التعرض. لذلك لابد من إجراء معايرة مختلفة لكل أسلوب وفترة معالجة.

هـ - الدمك

مطرقة الارتداد غير مناسبة لتحديد التغير فى المقاومة الناتج عن الاختلاف فى درجة الدمك، وإذا كانت الخرسانة غير مدموكة دمكاً تاماً فلا يمكن الاعتماد على نتائج هذا الاختبار.

٨-٢-٦-٢ نوع السطح

ينبغي اختبار الأسطح الناعمة فقط ويؤثر نوع مادة الشدة على قيمة الارتداد الناتج. الأسطح الممسوسة تكون عادة أكثر صلادة من تلك الناتجة من الصب بداخل الشدة كما أنها تغطي نتائج أكثر تبايناً. واختبار الأسطح المقطوعة يعطى نتائج أكثر تبايناً وتختلف بدرجة كبيرة عن تلك للأسطح المصبوبة. ولذلك يفضل دائماً اختبار البلاطة على السطح السفلى والكمرات والأعمدة والقواعد على الأسطح الجانبية. وعند اختبار أسطح مختلفة ينبغي عمل معايرة منفصلة.

٨-٢-٦-٣ نوع الخرسانة

تناسب اختبارات الصلادة الخرسانة ذات "النسيج المغلق" و لا تناسب تلك ذات "النسيج المفتوح" مثل الخرسانة الخلوية أو بلوكات الطوب المفرغة أو الخرسانة الخالية من المواد الناعمة .

٨-٢-٦-٤ ظروف رطوبة السطح

يعطى السطح الرطب قراءة ارتداد أقل من قراءة السطح الجاف بدرجة ملحوظة قد تصل إلى ٢٠% فى حالة الخرسانة الإنشائية النمطية. وفى بعض الحالات قد يكون الفارق أكثر.

٨-٢-٦-٥ التحول الكربونى

يعمل التحول الكربونى على زيادة الصلادة و لكن المعدلات العادية لهذا التحول لا تؤثر بدرجة ملحوظة على القيم المقاسة للصلادة عندما يكون عمر الخرسانة أقل من ثلاثة أشهر. ويكون تأثير التحول الكربونى ملحوظاً- حتى فى الأعمار المبكرة - تحت ظروف خاصة من الحرارة المرتفعة ومحتوى عال من ثنائى أكسيد الكربون فى الوسط المحيط. وعندئذ لا تكون الطبقة السطحية ممثلة لخرسانة العنصر.

٨-٢-٢-٦ حركة العنصر الخرسانى المختبر

للحصول على قراءات صحيحة لمطرقة الارتداد ينبغي ألا يتحرك (يهتز) العنصر المختبر عند صدمه بالمطرقة. ويحدث هذا الاهتزاز في حالة العناصر النحيفة ، وعند اختبار مثل هذه العناصر ينبغي تدعيم موقع الاختبار إذا كان المطلوب تقدير المقاومة. ولا نحتاج لهذا التدعيم إذا كان الغرض من الاختبار مقارنة عناصر لها نفس الدرجة من النحافة.

٨-٢-٢-٧ اتجاه الاختبار

ينبغي أن يكون اتجاه المطرقة عمودياً على السطح المختبر في جميع الأحوال. غير أن اتجاه المطرقة يؤثر بدرجات مختلفة على قيمة ارتداد المطرقة بسبب تأثير مركبة وزن المطرقة. ولذلك ينبغي تحقيق تأثير الاتجاه على القراءات معملياً واستنتاج منحنيات معايرة مختلفة للخواص المطلوب تقديرها من قراءات الارتداد.

٨-٢-٢-٨ عوامل أخرى

من العوامل التى تؤثر على قراءات الارتداد قرب موقع الاختبار من منطقة عدم استمرارية العنصر المختبر (فتحة مثلاً) وكذلك حالة الإجهاد فى المنطقة المختبرة وأيضاً درجة حرارة الخرسانة والجهاز. لذا ينبغي اختبار مناطق أبعد ما يكون عن الحواف ويحد أدنى ٢٠ سم وعند ذلك وفى الظروف العادية يكون تأثير عوامل الإجهاد والحرارة صغيراً.

الأجهزة المختلفة ذات نفس التصميم الإسمى قد تعطى قيماً مختلفة للارتداد لنفس العنصر ، لذلك يجب مقارنة جودة الأجزاء الخرسانية المختلفة باستخدام نفس الجهاز (وكذلك بالنسبة لاستنتاج منحنيات المعايرة). وعند حتمية استخدام أكثر من جهاز فى نفس العملية فينبغى تقدير الفوارق بين نتائجها معملياً قبل الاستخدام.

٨-٢-٧ الأخطاء الشائعة

- استخدام منحنيات علاقة المقاومة ورقم الارتداد العامة مثل تلك المعطاة مع الجهاز والمعدة بواسطة منتج الجهاز ممكن أن يؤدي إلى أخطاء جسيمة ولذا ينبغي تجنبها.
- إذا استخدمت قراءات مطرقة الارتداد لتحديد مقاومة السطح للبرى فلا ينبغي أن يقل عمر الخرسانة المختبرة عن خمسة عشر يوماً ولا يزيد على ثلاثة أشهر.

٨-٢-٨ النتائج

- يكون رقم الارتداد عند كل موقع اختبار هو متوسط القراءات المأخوذة دون استبعاد القيم المتطرفة، إلا إذا وجد سبب مقنع لاستبعادها.

- يعطى الفارق في النتائج بين المواقع المختلفة مقياساً لتغير جودة الخرسانة في المنشأ أو العنصر المختبر. مثال على ذلك: تغيير المقاومة مع عمق العنصر بسبب تغيير نسبة الماء / الأسمنت نتيجة للهبوط والنضح.
- الوسائل البيانية مثل خطوط الكونتور و"الهستوجرام" تكون ذات فائدة كبيرة في تقدير التغير في نوعية الخرسانة وذلك عند توافق عدد كبير من النتائج في مواقع متشابهة الظروف. فمثلاً التوزيع العادي (Normal Distribution) للنتائج ذات المنوال (Mode) الوحيد يعنى خرسانة من نوعية واحدة. والتوزيع ذو المنوالين يعنى وجود نوعيتين من الخرسانة. والتوزيع ذو الذيل الطويل يعنى صناعة رديئة للخرسانة.
- تزداد درجة الثقة بالنتائج عند إدماجها مع نتائج طريقة أخرى مثل اختبار سرعة انتقال النبضات فوق الصوتية.

٨-٢-٩ التقرير

يتم فى التقرير تحديد المواصفات القياسية التى أجرى الاختبار وفقاً لها ، كما يحتوى تقرير الاختبار على المعلومات الآتية:

أ - بيانات إلزامية

- تاريخ ، وقت ، مكان الاختبار.
- وصف للمنشأ ومواقع الاختبار واستخدام الشبكات من عدمه (يوضح ذلك بالمخططات).
- تفاصيل ظروف الاختبار والخرسانة وتكوينها (تتضمن العوامل المؤثرة فى نتيجة الاختبار كما هو موضح فيما سبق (بند ٨-٢-٦)).
- وصف المطرقة المستخدمة (النوع، المنتج ، المنشأ ، الرقم المسلسل).
- القيمة المتوسطة لرقم الارتداد والمدى والانحراف المعيارى ومعامل الاختلاف لقراءات كل اختبار صلادة (عند كل موقع).
- قراءات سندان المعايرة قبل وبعد الاختبار.

ب - بيانات أخرى

- عند وجود منحنيات معايرة يشمل التقرير الخاصية المستنتجة (من مقاومة الضغط) مع ذكر مصدر المعايرة.

- نتائج الاختبارات المكملة بأساليب أخرى غير الصلادة (مثال: اختبار سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية).

- تباعد خطوط الشبكات (إذا استخدمت).

٨-٢-١٠ الدقة والحيود

- درجة الدقة فى الخاصية المقدره للخرسانة من اختبار الصلادة لن تكون أفضل من حدود الثقة للعلاقة المستنتجة بين الخاصية وقراءات الصلادة، وتزيد الأخطاء إذا لم تكن العينات المستخدمة لاستنتاج العلاقة ممثلة تماماً للمنشأ المختبر. وعموماً لا تزيد ثقة الناتج (فى حالة ٩٥ % حدود ثقة) على ± ٢٥ % فى أفضل الحالات.

- الرقم المتوسط للارتداد تكون دقته $\left(\frac{\pm 15}{\sqrt{n}}\right)$ بدرجة ثقة ٩٥ % حيث (n) : عدد القراءات عند الموقع الواحد.

- معامل اختلاف القراءات فى الاختبار الواحد يتراوح ما بين ٢ - ١٥ % ويتناقص مع زيادة المقاومة ويزداد مع زيادة كمية ومقاس الركام الكبير.

٨-٢-١١ المراجع

- BS 1881 Testing Concrete

Part 201 Guide for use of non-destructive methods of test for hardened concrete.

Part 202 Recommendations for surface hardness testing by rebound hammer.

- ACI 228 -89-R1 In-place Methods for determination of Strength of Concrete.

- ACI Monograph No. 9 Testing Hardened Concrete: Nondestructive Methods.

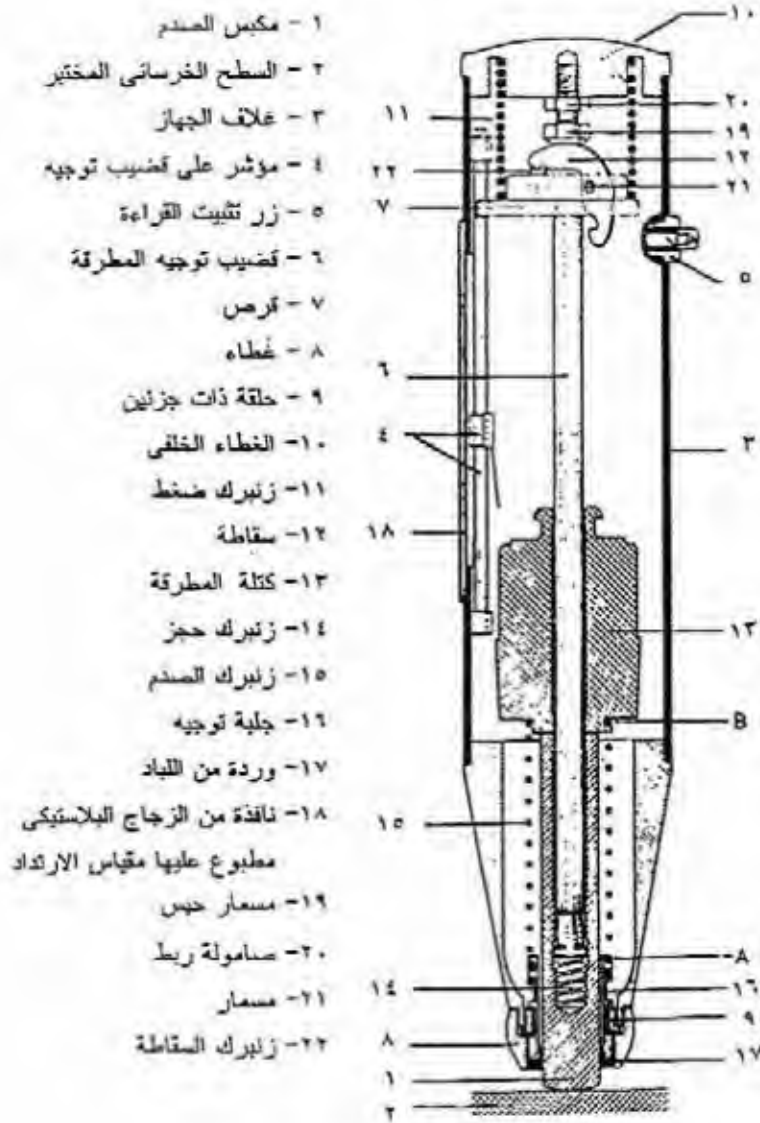
Part 108 Methods for making test cubes from fresh concrete .

Part 109 Methods for making test beams from fresh concrete .

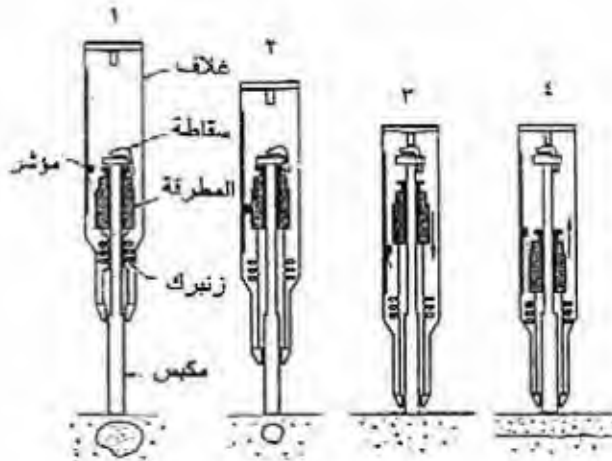
Part 114 Methods for determination of density of hardened concrete.

Part 116 Methods for determination of compressive strength of concrete cubes.

Part 119 Methods for determination of compressive strength using portions of beams broken in flexure (equivalent cube method).



شكل (٨-٢-١) قطاع رأسي في جهاز مطرقة الارتداد



شكل (٢-٢-٨) ترتيب وضع الأجزاء الرئيسية أثناء الاختبار.

٨-٣ توصيات لقياس سرعة النبضات فوق الصوتية في الخرسانة

Recommendations for Measurement of Ultrasonic Pulse Velocity in Concrete

٨-٣-١ عام

يمثل قياس سرعة انتقال النبضات فوق الصوتية في الخرسانة أحد الأسس للاختبارات غير المتلفة للعناصر والعينات من الخرسانة العادية والمسلحة وسابقة الإجهاد . وترتبط هذه السرعة عادة بالخواص الميكانيكية المرنة للخرسانة لذلك تستخدم أساساً لمقارنة جودة النوعيات المختلفة أو لتقييم جودة نفس العنصر عند أعمار وظروف مختلفة. كما قد تستخدم - إذا توافرت منحنيات المعايرة المناسبة - لتقدير بعض الخواص الميكانيكية للخرسانة. وبالإضافة إلى ما سبق يمثل الكشف عن العيوب السطحية والعميقة أحد التطبيقات المهمة لهذا الاختبار.

٨-٣-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار إلى قياس سرعة انتقال النبضات فوق الصوتية خلال العناصر والعينات الخرسانية عن طريق قياس الفترة الزمنية اللازمة لكي تقطع النبضات مسافة محددة عبر الخرسانة المختبرة. وذلك يمكن - عند توافر منحنيات المعايرة المناسبة - من تقدير الخواص الميكانيكية مثل مقاومة الضغط ، معاير المرونة الإستاتيكي والديناميكي ، نسبة بواسون الديناميكية. كما أن ارتباط الفترة الزمنية المقاسة بتكامل ووحدة العنصر المختبر - في موقع الاختبار - يساعد في تحديد مواقع بعض العيوب بالعنصر المختبر.

٨-٣-٣ تعريفات

Transit Time

زمن الانتقال

الزمن الذي تستغرقه نبضة من الموجات فوق الصوتية لتنتقل من محول الطاقة المرسل (Transmitting Transducer) إلى محول الطاقة المستقبل (Receiving Transducer) خلال الخرسانة المختبرة.

Onset

بداية الموجة

هي مقدمة الموجة المرسل أو المستقبل بواسطة أي من محولات الطاقة (Transducers).

٨-٣-٤ الجهاز

يتكون الجهاز المستخدم لقياس سرعة انتقال النبضات فوق الصوتية من الأجزاء الآتية:

- ١ - مولد نبضات فوق صوتية.
- ٢ - زوجان من محولات الطاقة (مرسل ومستقبل).
- ٣ - مكبر للنبضات المستقبلية.
- ٤ - دائرة توقيت إلكترونية لقياس الفترة الزمنية بين بداية النبضة المرسلية وبداية تلك المستقبلية عند محولى الطاقة.

ويوجد عموماً نوعان من الأجهزة : الأول ذو شاشة عرض رقمية توضح زمن الانتقال (وهو الأكثر شيوعاً) والثانى ذو شاشة عرض من نوع أنبوبة الأشعة المهبطية (CRT) وهى توضح شكل النبضة المستقبلية بالنسبة للزمن. ويفيد هذا النوع الأخير فى الحالات التى يحدث فيها إضعاف كبير للموجات فى الخرسانة خصوصاً عندما يكون مسار النبضات قصيراً نسبياً والتردد المستخدم غير مناسب. و يوضح الشكل (٨-٣-١) دائرة قياس سرعة الموجات فوق الصوتية.

ويجب أن يتمتع الجهاز بالميزات التالية:

- ١ - القدرة على قياس زمن انتقال النبضات لمسارات ذات أطوال تتراوح من ١٠٠ مم إلى ٣٠٠٠ مم بدقة $\pm 1\%$.
 - ٢ - ألا يزيد زمن صعود (Rise Time) النبضة المرسلية على ٠,٢٥ . الفترة الطبيعية لمحول الطاقة المرسل.
 - ٣ - تكون الفترة الزمنية بين النبضات طويلة بدرجة كافية لتجنب التداخل مع انعكاسات النبضات السابقة فى عنصر مختبر صغير الأبعاد.
 - ٤ - أن يعمل الجهاز بكفاءة فى مدى درجات الحرارة والرطوبة المحدد بواسطة المنتج.
- كما يجب أن تكون محولات الطاقة (المرسل والمستقبل) ذات ذبذبة طبيعية بتردد يتراوح من ٢٠ إلى ١٥٠ كيلوهرتز. وقد تستدعى بعض التطبيقات الخاصة استخدام ترددات منخفضة حتى ١٠ كيلوهرتز (فى حالة المسارات الطويلة جداً) أو مرتفعة حتى ١ ميجاهرتز (فى حالة اختبار مواد الحقن). غير أن مدى الترددات المناسب لمعظم التطبيقات العملية فى مجال الخرسانة هو ٥٠ - ٦٠ كيلوهرتز.

٨-٣-٥ الإجراءات

٨-٣-٥-١ ضبط صفر الجهاز

يتأثر زمن انتقال الموجات بكل من المادة المختبرة ومادة محولات الطاقة وكذلك مادة الالتحام. وللتأثير تأثير المحولات بجهاز القياس يتم إجراء عملية ضبط صفر الجهاز ، حيث تزود الأجهزة بدائرة تأخير زمنية. ويورد مع الجهاز قضيب معدني (طوله حوالي ٢٥٠مم) محدد له بدقة زمن انتقال الموجات فوق الصوتية من خلاله - ومطبوع عليه. وتتم العملية كالآتي:

- ١ - يوصل الجهاز بالتيار الكهربائي - أو تستخدم البطارية إذا كانت تامة الشحن.
 - ٢ - يوصل كل من محولى الطاقة بجهاز القياس مع التأكد من سلامة وجودة الوصلات.
 - ٣ - يتم ضغط مفتاح توصيل التيار إلى وضع التشغيل.
 - ٤ - توضع طبقة رقيقة من مادة التحام مناسبة على النهايتين الدائريتين للقضيب المعدني لتغطيها بالكامل.
 - ٥ - يثبت كل من محولى الطاقة على إحدى نهايتي القضيب بالدفع مع مراعاة عدم حدوث أى انزلاق على سطح التماس.
 - ٦ - تسجل قراءة الشاشة بالجهاز وإذا كانت مطابقة للزمن المطبوع على القضيب فيعنى ذلك عدم وجود خطأ صفري. أما إذا اختلفت القراءة عن تلك المحددة للقضيب فيتم إدارة مسمار ضبط الصفر في الاتجاه المناسب حتى تتساوى القراءتان.
- تجرى عملية ضبط الصفر بالضرورة عند تغيير أى من محولى الطاقة أو الكابلات. ويفضل إجراؤها قبل كل استخدام لاعتبار تأثير اتران الدوائر الكهربائية بالجهاز.

٨-٣-٥-٢ التحقق من دقة قياس زمن الانتقال

تجرى هذه العملية عادة بواسطة المنتج كجزء من برنامج ضبط الجودة. غير أنه يمكن الاستفادة منها لتقييم سلامة الجهاز عند وجود شك في بعض النتائج. وتتم العملية باستخدام قضيبين مرجعيين محدد بدقة لكل منهما زمن انتقال الموجات فوق الصوتية من خلاله. ويكون أحد القضيبين قصيرا (طوله حوالي ٢٥٠ مم) ويستخدم لضبط الصفر كما في البند السابق. بينما يكون القضيب الآخر طويلاً (طوله حوالي ١٠٠٠ مم) ويستخدم لتحديد دقة القراءة. يجرى اختبار تحديد سرعة انتقال الموجات في القضيب الطويل بنفس الخطوات في ضبط الصفر (عدا تعديل القراءة). وتسجل القراءة ثم تقارن بتلك المطبوعة على القضيب المرجعي. ويجب ألا يزيد الفارق بين القراءتين على $\pm 0.5\%$ لكي تكون القياسات ذات دقة مقبولة.

٨-٣-٥-٣ الكشف عن مواضع وأقطار صلب التسليح ومعاملات التصحيح

يؤثر وجود أسياخ صلب التسليح بالقرب من مسار النبضات فوق الصوتية على زيادة سرعة انتقالها ، حيث تنتقل جزئياً في صلب التسليح بدلا من الخرسانة. وحيث أن سرعة انتقال الموجات في الصلب تصل إلى ضعف قيمتها في الخرسانة فإن الناتج هو زيادة ظاهرية في سرعة انتقال الموجات. ويمكن إجراء عملية تصحيح للقراءات المأخوذة بالقرب من أسياخ صلب التسليح - كما سيلي ذكره. غير أن النتائج - بالرغم من تصحيحها - تكون غير ممثلة بدقة للخرسانة المختبرة. لذلك يجب تجنب إجراء القياسات بالقرب من أسياخ صلب التسليح كلما أمكن. ويكون ذلك بواسطة استخدام أجهزة كهرومغناطيسية (مثل جهاز الكشف عن صلب التسليح "بروفوميتر") لتحديد مواضع صلب التسليح والابتعاد عنها أثناء الاختبار.

أ - تصحيح القراءات بالقرب من أسياخ صلب محورها موازى لاتجاه انتقال النبضات
يعتمد معامل التصحيح على المسافة بين الخط الواصل بين طرفى المحولين و سطح السيخ كما يعتمد على قطر القضيب وسرعة انتقال الموجات في الخرسانة المجاورة للسيخ . وتقاس سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية في الأحوال العادية حسب المعادلة:

$$v = \frac{L}{T} \quad (8-3-1)$$

حيث:

L = طول مسار الموجات

T = زمن انتقال الموجات (المسجل بواسطة الجهاز).

وفى حالة وجود أسياخ صلب محورها مواز لاتجاه انتقال الموجات تكون سرعة الانتقال

كالآتى:

$$v_c = \frac{2av_s}{\sqrt{(4a^2 + (Tv_s - L))}} \quad (8-3-2)$$

حيث :

a = المسافة بين الخط الواصل بين طرفى المحولين و سطح السيخ

v_s = سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية في سيخ الصلب.

v_c = سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية في الخرسانة المجاورة لأسياخ الصلب.

ويمكن إهمال تأثير الأسياخ على السرعة عندما يتباعد موقع الاختبار عنها بمقدار

$$\frac{a}{L} > \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(v_s - v_c)}{(v_s + v_c)}} \quad (8-3-3)$$

كما ينعلم تأثير أسياخ التسليح أيضاً إذا كان قطرها 6 مم أو أقل. وتكمن الصعوبة في تطبيق المعادلة (٢-٣-٨) فى إيجاد قيمة v_c . غير أنه يمكن تقديرها بوضع محولى الطاقة بحيث ينطبق محوراهما على محور سيخ صلب التسليح وأخذ قياس زمن الانتقال ومنه حساب السرعة حسب المعادلة (١-٣-٨) مع الأخذ فى الاعتبار سمك الغطاء الخرساني للسيخ . ويمكن وضع المعادلة (٨-٣-٢) فى الصورة التالية:

$$v_c = k \cdot v_m \quad (8-3-3-a)$$

$$k = \gamma + 2 \left(\frac{a}{L} \right) \sqrt{(1 - \gamma^2)} \quad (8-3-3-b)$$

حيث v_m هى سرعة انتقال النبضات فوق الصوتية المقاسة من زمن الانتقال المسجل مباشرة. ويكون (k) هو معامل التصحيح للسرعة، ويوضح الشكل (٢-٣-٨) قيم المعامل (γ) لأقطار مختلفة من صلب التسليح وسرعات مختلفة لانتقال الموجات فى الخرسانة (ونلك فى حالة موجات ذات تردد ٥٤ كيلوهرتز)، أما الشكل (٢-٣-٨) فيعطى قيم معامل التصحيح للسرعة.

ويجدر بالذكر أن المعادلة (٢-٣-٨) تكون صحيحة فقط عندما تكون المسافة (a) أكبر من ضعف الغطاء الخرساني لصلب التسليح وإلا يعتبر مرور الموجات على طول محور السيخ مباشرة ، ويكون معامل التصحيح فى هذه الحالة وفقاً للمعادلة التالية:

$$k = 1 - \frac{L_s}{L} (1 - \gamma) \quad (8-3-4)$$

حيث :

L_s = طول السيخ (يساوى (طول المسار - ضعف الغطاء الخرساني))

وتكون عملية التصحيح باستخدام المحاولة والخطأ بسبب وجود سرعة انتقال الموجات فى

الخرسانة كأحد المؤثرات فى معامل التصحيح. وتكون دقة تقدير السرعة المصححة فى حدود ٣%

بشرط وجود تماسك تام بين قضيب التسليح والخرسانة المجاورة.

ب - تصحيح القراءات بالقرب من أسياخ صلب التسليح محوراً عمودى على اتجاه انتقال النبضات يكون تأثير قضبان التسليح فى هذه الحالة قليلاً بسبب نقص سرعة انتقال الموجات فى اتجاه قطر القضيب عنها فى حالة محوره الطولى. وينعدم هذا التأثير عملياً فى حالة محولات طاقة ذاتذبذب يتردد ٥٤ كيلوهرتز عند نقص قطر الأسياخ المستعرضة عن ٢٠مم. ويتم تصحيح القراءات بتطبيق المعادلة (٨-٣-٣) بعاليه مع استخدام قيم المعامل (٧) من الشكل (٨-٣-٤). ويراعى أن معاملات التصحيح تفرض الحالة الأسوأ ألا وهى مرور الموجات على كامل قطر الأسياخ. وإذا كانت الأسياخ لاتقع على مستو واحد فإنه يصعب تحديد تأثيرها على السرعة بأى درجة من الدقة.

٨-٣-٥-٤ التحام محولات الطاقة بالسطح الخرسانى المختبر

لضمان التصاق محولات الطاقة مع السطح المختبر ينبغى وجود درجة دنيا من استواء السطح ثم نستخدم مادة وسيطة نضمان الالتصاق التام بين المحول والسطح. وفى معظم الأحوال يكفى وجود طبقة رقيقة من مادة مثل الشمع أو عجينة الجلسرين والكاولين لضمان هذا الالتصاق وانتقال الموجات بكامل طاقتها بين المحول وسطح العنصر المختبر. وينبغى أن يكون سمك هذه الطبقة أقل ما يمكن حتى لا تؤثر على سرعة انتقال الموجات. ويساعد الضغط على المحولات عند أخذ القراءات على انتشار المادة الوسيطة وإقلال سمكها لذلك تؤخذ عدة قراءات متتالية حتى نصل إلى الحد الأدنى من زمن الانتقال. وإذا كانت درجة عدم استواء السطح كبيرة بحيث احتاج الأمر إلى وضع طبقة سميكة من المادة الوسيطة فينبغى أخذ تأثيرها فى الاعتبار عند حساب سرعة انتقال الموجات. ويزداد هذا التأثير عند قصر طول الانتقال لذلك يفضل ألا يقل طول الانتقال عن ٥٠مم (للقياس المباشر) و ٤٠٠مم (للقياس الغير مباشر).

ويظهر تأثير الالتصاق الصوتى بين الأسطح على قراءة الجهاز حيث تستقر بسرعة فى حالة الالتصاق الجيد بينما تتذبذب بوضوح فى حالة الالتصاق غير الجيد. وقد ظهرت فى الأسواق بعض المحولات الخاصة ذات المسطح الصغير والذي يتناهى حتى يصبح نقطة فى حالة المحولات نصف الكروية، غير أن صغر سطح التماس يؤثر سلباً على كمية الطاقة المنتقلة من المرسل إلى المستقبل.

٨-٣-٥-٥ وضع محولات الطاقة وقياس سرعة الانتقال

يقوم محول الطاقة المرسل بإرسال نبضة فوق صوتية خلال الجسم المختبر ويستقبلها محول الطاقة المستقبل فى موقع آخر. وتنتقل أقصى طاقة من المرسل فى اتجاه عمودى على السطح، غير أن النبضات تنتقل أيضاً - بطاقة أقل - فى اتجاهات أخرى، كما يمكن للمستقبل أن يستقبل نبضات غير عمودية على سطحه. ومن ثم يمكن عمل قياسات سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية بوضع محولى الطاقة فى أحد الأوضاع التالية:

أ - على وجهين متقابلين من العنصر (ومركزيهما على خط واحد متعامد مع السطح) ويسمى انتقال الموجات بالانتقال المباشر (Direct Transmission)

ب - على وجهين متجاورين من العنصر ويسمى انتقال الموجات بالانتقال شبه المباشر (Transmission Semi-direct)

ج - على نفس السطح من العنصر ويسمى انتقال الموجات بالانتقال غير المباشر (Indirect Transmission) ويوضح الشكل (٨-٣-٥) الترتيبات المختلفة لمحاولات الطاقة.

ويتم حساب سرعة الانتقال في الحالتين ١ ، ب بعاليه عن طريق قسمة طول المسار للموجات على زمن الانتقال المحدد بواسطة الجهاز. وتكون دقة الحساب محكمة بالدقة في تعيين طول المسار. ويؤخذ طول المسار مساوياً للمسافة بين مركزي سطحي المرسل والمستقبل.

وفى حالة الانتقال غير المباشر تكون الموجات المنقولة ذات طاقة ضعيفة حيث تكون سعة الموجة في حدود ٢-٣ % من تلك فى حالة الانتقال المباشر ، كما تكون السرعة معتمدة على خواص الطبقة السطحية (التي تنتقل فيها غالباً الموجات) وتكون السرعة السطحية عادة من ٥-٢٠ % أقل من السرعة المقاسة فى حالة الانتقال المباشر. ذلك يؤدي إلى ١٠٠٠ القياس غير المباشر أقل أنواع القياس دقة وينبغي تجنبه إلا فى الحالات التى يكون فيها سطح واحد فقط من الخرسانة مكشوفاً. ولزيادة الدقة فى النتائج يكون تحديد السرعة بإجراء الاختبار عند عدة نقاط على نفس الخط (فى منطقة ذات جودة ظاهرية واحدة) حيث يحدد خط قياس يثبت فى إحدى نقاطه المرسل ويتحرك عليه المستقبل بعيداً عن المرسل بزيادة ثابتة وتسجل قراءات زمن الانتقال. يتم توقيع النقاط المعبرة عن زمن الانتقال والمسافة بين المرسل والمستقبل ويكون ميل أفضل خط يمر بها معبراً عن سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية فى الخرسانة المختبرة. ويوضح الشكل (٨-٣-٦) هذه العملية ، ويراعى أنه عند وجود عدم استمرارية (قفزة) واضحة فى نقاط الخط يكون ذلك معبراً عن وجود شرخ سطحي فى المسار المختبر ، وعند وجود (كسرة) فى نقاط الخط يعنى ذلك وجود طبقة سطحية ذات جودة منخفضة.

٨-٣-٥-٦ قياس عمق واتجاه الشروخ السطحية

تسبب الشروخ المملوءة بالهواء فى معاوقة مرور الموجات فوق الصوتية من خلالها لذلك تعاني هذه الموجات من انعكاسات عند أسطح الشروخ تزيد من زمن انتقالها بداخل العنصر المختبر. ويمكن استخدام هذه الظاهرة للكشف عن وجود الشروخ السطحية والعميقة وتحديد اتجاهات ميول الأولى. وحيث أن الكشف عن العيوب الداخلية من شروخ وفراغات يتطلب كونها ذات مقاسات كبيرة

(أكبر من مقياس محول الطاقة على الأقل وعملياً أكبر من ١٠٠ مم) كما يتطلب إجراء قياسات عديدة ومتقاربة ، سيقتصر التوضيح في هذا البند على حالة الشروخ السطحية فقط.

يتم قياس عمق الشروخ السطحية بإحدى طريقتين :

- الطريقة الأولى

يوضع كل من المرسل والمستقبل على جانبي الشرخ (المحدد بالعين) بحيث يكون الخط السطحي الواصل بين مركزي المحولين عمودياً على اتجاه الشرخ. وتؤخذ قراءتان الأولى (T_1) عندما يكون كل من المرسل والمستقبل يبعدان عن الشرخ نفس المسافة (عادة ١٥٠ مم) والثانية (T_2) عندما تزداد المسافة إلى ٣٠٠ مم. ويحسب عمق الشرخ (C) بالمليمتر من المعادلة التالية:

$$C = 150 \sqrt{\frac{(4T_1^2 - T_2^2)}{(T_2^2 - T_1^2)}} \quad (8-3-5)$$

وتبنى هذه المعادلة على فرض أن مستوي الشرخ عمودي على سطح العنصر وللتأكد من ذلك يتم تحريك كل من محولي الطاقة (بالتبادل) بعيداً عن الشرخ مع رصد قراءة الزمن من الجهاز، ويكون الشرخ مائلاً في اتجاه المحول الذي تسبب حركته السابقة نقصاً في زمن الانتقال.

- الطريقة الثانية

لقياس عمق الشرخ السطحي تكون بوضع المرسل على بعد $2.5y$ من الشرخ، ثم يتم أخذ قراءات لزمن الانتقال بوضع المستقبل على مسافات y و $2y$ و $3y$ بعد من المرسل على خط سطحي متعامد مع اتجاه الشرخ وفي اتجاهه (ولتكن القراءات T_1 و T_2 و T_3 على الترتيب). توقع القراءات لزمن الانتقال مع المسافة من المرسل وإذا كان الخط الواصل بين القراءتين الأوليين يمر بنقطة الأصل دل ذلك على عدم وجود شروخ مختفية ، ويحدد عمق الشرخ (C) من المعادلة التالية:

$$C = \frac{y}{2} \sqrt{\left[\left(\frac{2T_2^2 + 3T_3^2}{T_3T_2} \right) - 25 \right]} \quad (8-3-6)$$

ويوضح الشكل (٧-٣-٨) خطوات تحديد عمق واتجاه شرخ سطحي باستخدام جهاز قياس سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية.

٨-٣-٥-٧ قياس سمك طبقة سطحية ذات جودة منخفضة

يتعرض سطح الخرسانة للتلف بعض الأحيان بسبب مهاجمة العوامل البيئية من حرارة وأملاح ، ويكون من المفيد لتقييم كفاءة العنصر الخرساني معرفة عمق التلف الناتج. ويمكن أن يكون قياس سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية (الانتقال غير المباشر) مفيداً لتحقيق ذلك، حيث تمر الموجات في الطبقة السطحية فقط عند تقارب وضعى المرسل والمستقبل وباستمرار أخذ القراءات لزمن الانتقال مع وضع المستقبل بعيداً عن المرسل (الممارسة العادية في هذا النوع من القياسات) تمر الموجات جزئياً ثم أساسياً في الطبقة السليمة تحت السطحية. توقع النتائج (الزمن مع المسافة بين محولى الطاقة) ، وإذا لوحظ وجود ميلين للخط الواصل بين النقاط يكون ذلك دليلاً على وجود تغير في نوعية للخرسانة مع العمق (كما في الشكل (٨-٣-٦)). أما إذا كان الخط وحيد الميل فيدل ذلك على عدم تغير النوعية (عدم حدوث تلف). ويقاس عمق الطبقة السطحية التالفة بتطبيق المعادلة التالية:

$$t = \frac{x_0}{2} \sqrt{\frac{(v_s - v_d)}{(v_s + v_d)}} \quad (8-3-7)$$

حيث :

x_0 = المسافة التى يحدث عندها تغير الميل (مقاسة من مركز موقع المرسل)
 v_d = سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية في الطبقة السطحية (تحسب من الميل الأول للخط).
 v_s = سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية في الطبقة تحت السطحية (تحسب من الميل الثانى للخط).

٨-٣-٥-٨ تحديد معايير المرونة ونسبة بواسون الديناميكية:

ترتبط سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية بالثوابت المرنة للخرسانة ويمكن تحديد معايير المرونة الديناميكي لوسط مرن متماثل الخواص ذى أبعاد لانتهائية من المعادلة:

$$E_d = \rho v^2 \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)} \quad (8-3-8)$$

حيث:

E_d = معايير المرونة الديناميكي (ميغانيوتن/م^٢).
 ν = نسبة "بواسون" الديناميكية.
 ρ = الكثافة (كجم/م^٣).
 v = سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية (كم/ثانية).

وحيث أن السرعة لا تتأثر بشكل أو مقياس العينة - إلا إذا كان طول أصغر بعد لها أقل من الطول الموجى المستخدم - يمكن عند معرفة الكثافة و نسبة "بواسون" الديناميكية ، تحديد معايير المرونة الديناميكية عن طريق قياس سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية خلال الخرسانة. وتجرى اختبارات الرنين الطولية- وفقاً للمواصفات المعنية- لتحديد نسبة معايير المرونة الديناميكية إلى الكثافة من المعادلة.

$$\frac{E_d}{\rho} = 4n^2 L^2 \times 10^{-6} \quad (8-3-9)$$

حيث:

n = تردد ذبذبة الرنين (هرتز).

L = طول العينة (م).

وبدمج المعادلتين (8-3-8) و (9-3-8) نحصل على المعادلة التالية ومنها يمكن تحديد قيم نسبة "بواسون" الديناميكية كما فى الجدول (1-3-8) .

$$\frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)} = \frac{4n^2 L^2}{\nu^2} \times 10^{-6} \quad (8-3-10)$$

ولا تجرى غالباً اختبارات الرنين لذلك يمكن استخدام العلاقات التجريبية لتحديد معايير المرونة الاستاتيكية والديناميكية (الذي قد يختلف من نقطة لأخرى فى نفس المنشأ) . الجدول (2-3-8) يوضح مثالا لتلك العلاقة التجريبية بين سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية ومعايير المرونة الإستاتيكية والديناميكية ، والمستنتجة لخرسانة ذات نوعيات شائعة من الركام . ويجدر بالذكر أن القيم المحددة من هذا الجدول تكون دقيقة فى حدود $\pm 10\%$.

8-3-6 إيجاد العلاقة بين المقاومة وسرعة انتقال النبضات

تتأثر العلاقة بين المقاومة وسرعة انتقال النبضات بعدة عوامل منها نسب مكونات الخرسانة ونوعياتها، ومحتوي الرطوبة وطريقة المعالجة وعمر الخرسانة، لذلك ينبغي استنتاج علاقة لكل نوعية محددة من الظروف. وتعتمد دقة الاستنتاج من هذه العلاقة على درجة تمثيل الظروف المستنتجة منها العلاقة لتلك بالمنشأ المختبر. كما تعتمد دقة العلاقة نفسها على عدد الاختبارات التى أجريت لاستنتاجها. ويمكن استنتاج العلاقة باستخدام عينات معملية أو قلوب خرسانية من منشأ، وقد أثبتت الخبرة العملية أن استخدام العينات المعملية يعطى تقديراً أكثر تحفظاً للمقاومة.

وفي حالة استخدام العينات المعملية يتم تغيير مقاومتها حسب الغرض من العلاقة: فيكون التحكم في المقاومة بتغيير العمر عند دراسة اكتساب المقاومة بينما يكون التحكم في المقاومة عن طريق تغيير نسبة الماء/ الأسمنت لأغراض ضبط الجودة. وتختبر عينات في الضغط أو الانحناء تعد وتختبر وفقاً للمواصفات المختصة. وتكون نتائج كل ثلاث عينات ممثلة لنقطة واحدة في العلاقة المطلوبة. كما ينبغي ألا يزيد مدى الاختلاف في المقاومة على $\pm 5\%$ وإلا تستبعد النتائج من الاعتبار في العلاقة.

في حالة استنباط العلاقة من المنشأ ينبغي إجراء اختبارات قياس سرعة الموجات على العينات في موقعها بالمنشأ قبل القطع والغمر في الماء حيث يتسبب عدم مراعاة ذلك في الحصول على قيم أعلى للسرعات. ولا يمكن في حالة المنشأ تغطية مدى واسع من المقاومة لذلك تستبطل العلاقة للمدى المحدود في المنشأ ثم يتم عمل امتداد لها حسب الحاجة.

٨-٣-٧ مصادر محتملة للخطأ وكيفية تجنبها

أ - انزلاق المحول على السطح أثناء القياس في الاختبار أو عند ضبط الصفر يؤدي إلى عدم ثبات القراءة مع وجود خطأ عند الثبات (حيث يتغير الموقع النسبي للمحولات) لذلك يضغط المحول بقوة ناحية السطح المختبر في الموقع المحدد.

ب - لا يستخدم القضيب المرجعي الطويل لضبط الصفر حيث يغطي تأثير طول القياس على العيوب المحتملة في الدوائر وأدوات القياس ويكون الطول المناسب هو حوالي ٢٥٠ مم لحالة تردد الموجات في حدود ٥٤ كيلوهرتز.

ج - في حالة عدم إمكان قياس طول الانتقال بدقة على العنصر يمكن استخدام الأبعاد الاسمية (حسب الرسومات) مع ذكر السماحية فيها ولا يستخدم ذلك على الإطلاق في حالة الأطوال الأقل من ٣٠٠ مم بسبب احتمالات الخطأ المتزايدة. وعموماً يجب أن تكون النقطة في قياس طول المسار أفضل من $\pm 1\%$.

د - عند تصحيح السرعات بسبب وجود صلب تسليح قريب من موقع الاختبار يجب مراعاة أن النتائج تمثل الصلب والخرسانة المحيطة به وليست الخرسانة في الخط الواصل بين مركزي المحولين، لذا يجب الحذر عند تفسير النتائج.

هـ - السطح الممسوس والمسوى بعد الصب قد تكون له خواص مغايرة لخرسانة القلب. وعلى ذلك ينبغي تجنب إجراء القياسات عليه. وعند حتمية إجراء الاختبار على مثل هذا السطح يجب مراعاة تأثير ذلك العامل - عن طريق إجراء قياسات لمسافات طويلة في حالة الانتقال غير المباشر مثلاً.

و - الشرخ السطحي المغلق بالضغط أو المملوء بالماء يكون غير مرئى بالنسبة للنبضات ، لذلك يجب مراعاة حالة الإجهادات فى العنصر وكذلك محتوى الرطوبة عند محاولة استنتاج عمق شرخ سطحي.

ز - قياس سمك الطبقة السطحية ذات النوعية الرديئة يكون فى حالة وجود مسطح كبير تالف من الخرسانة ولا يستخدم لحالة التعشيش المحدود مثلاً.

ح - تتأثر سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية بدرجة حرارة الخرسانة المختبرة إذا كانت خارج المدي ($\pm 30^\circ \text{م}$) ولذلك يجرى تصحيح للسرعات حسب الجدول (٨-٣-٣).

ط - لا تتأثر سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية بشكل ومقاس العنصر الخرساني المختبر إلا إذا كانت قيمة أقل بعد للعنصر أقل من الطول الموجي للنبضة المستخدمة فى الاختبار، حيث يتسبب ذلك فى نقص واضح للسرعة المحددة. لذلك يجب ألا يقل الحد الأدنى لبعد العنصر المختبر عن القيم الموضحة فى الجدول (٨-٣-٤).

ى - عند مقارنة نوعيات خرسانة فى منشآت مختلفة أو عناصر مختلفة فى نفس المنشأ ينبغي مراعاة تشابه الظروف فى جميع الحالات من حيث تكوين الخرسانة و محتوى الرطوبة والعمر ودرجة الحرارة ونوع الأجهزة المستخدمة وترتيب المحولات وإلا لاتصح المقارنة.

٨-٣-٨ التقرير

يجب أن ينص التقرير على المواصفة القياسية التى تم إجراء اختبار قياس سرعة الموجات فوق الصوتية وفقاً لها ، كما يجب أن يحتوى على البيانات التالية:

١ - تاريخ وتوقيت ومكان الاختبار.

٢ - وصف المنشأ أو العينة المختبرة.

٣ - التركيب الاسمى للخرسانة ويشمل:

- نوع الأسمنت

- محتوى الأسمنت

- نسبة الماء إلى الأسمنت

- نوع الركام ومقاسه

- الإضافات المستخدمة (إن وجدت)

٤ - نوع وظروف المعالجة- درجة الحرارة وعمر الخرسانة عند الاختبار.

- ٥ - مواصفات البيئة التى صممت لها الخرسانة.
- ٦ - استكش يوضح وضع محولات الطاقة ومسار الموجات. كما يوضح عليه ترتيب صلب التسليح وأية فتحات مجاورة لموقع الاختبار.
- ٧ - حالة السطح (من حيث النعومة ووجود الشروخ أو الفجوات السطحية من أى نوع).
- ٨ - حالة الرطوبة الداخلية وظروف المعالجة الطويلة (بقدر الإمكان).
- ٩ - نوع الجهاز ومنشأ ودقة قراءته للسرعة وتردد الموجات المستخدمة ومميزات الجهاز الأخرى.
- ١٠ - القيم المقاسة لسرعة النبضات.
- ١١ - القيم المصححة لسرعة النبضات (بسبب وجود صلب التسليح مثلاً) إذا لزم الأمر.

٨-٣-٩ المراجع

- BS 1881 Testing Concrete

- Part 5 Methods for testing hardened concrete for other than strength.
- Part 108 Methods for making test cubes from fresh concrete.
- Part 109 Methods for making test beams from fresh concrete.
- Part 110 Methods for making test cylinders from fresh concrete.
- Part 114 Methods for determination of density of hardened concrete.
- Part 116 Methods for determination of compressive strength of concrete cubes.
- Part 119 Methods for determination of compressive strength using portions of beams broken in flexure (equivalent cube method).
- Part 120 Methods for determination of compressive strength of concrete cores.
- Part 201 Guide for use of non-destructive methods of test for hardened concrete.
- Part 202 Recommendations for surface hardness testing by rebound hammer.
- Part 204 Recommendations for the use of electromagnetic cover measuring devices.

BS 6100 Glossary of building and civil engineering terms

- Part 6 Concrete and Plaster.

- BS 1881 Testing Concrete

- Part 203 Recommendations for measurement of velocity of ultrasonic pulses in concrete

- BS 3683 Glossary of terms used in non-destructive testing

Part 4 Ultrasonic flaw detection.

- BS 6089 Guide to assessment of concrete strength in existing buildings
- ACI 228-R-89 In-place methods for determination of strength of concrete.
- ACI Monograph No. 9 - Testing hardened concrete: nondestructive methods.

جدول (٨-٣-١) قيم نسب "بواسون" الديناميكية

$\frac{nL}{v}$	v
0.257	0.45
0.342	0.40
0.395	0.35
0.431	0.30
0.456	0.25
0.474	0.20
0.487	0.15
0.494	0.10
0.499	0.05

جدول (٨-٣-٢) قيم تجريبية لمعايير المرونة الإستاتيكية والديناميكية
بدلالة سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية

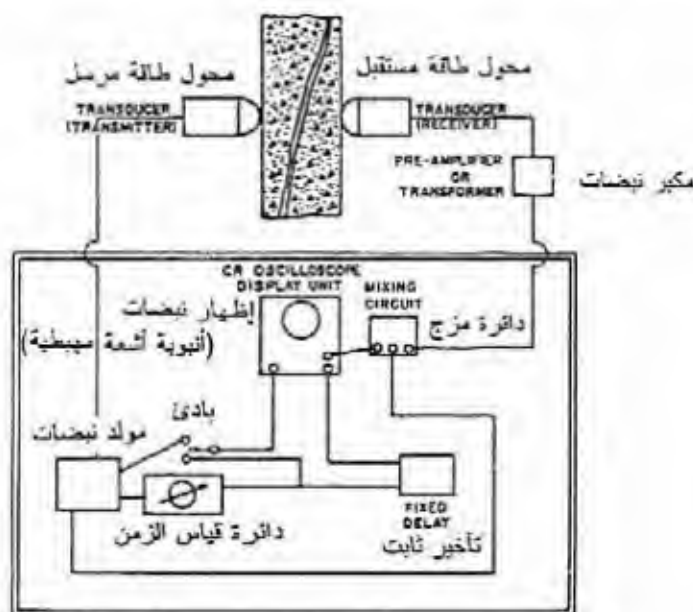
سرعة انتقال النبضات (كم/ثانية)	معايير المرونة (ميغانيوتن/مم ^٢)	
	ديناميكي	استاتيكي
3.6	24 000	13 000
3.8	26 000	15 000
4.0	29 000	18 000
4.2	32 000	22 000
4.4	36 000	27 000
4.6	42 000	34 000
4.8	49 000	43 000
5.0	58 000	52 000

جدول (٨-٣-٣) تأثير الحرارة على انتقال النبضات

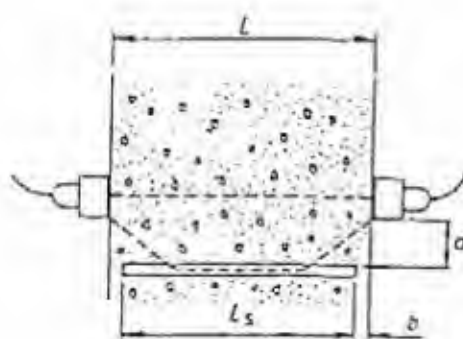
درجة الحرارة (°م)	التصحيح في سرعة النبضات المقاسة (%)	
	خرسانة جافة في الهواء	خرسانة مشبعة بالماء
60	+5	+4
40	+2	+1.7
20	0	0
0	-0.5	-1
-4	-1.5	-7.5

جدول (٨-٣-٤) تأثير أبعاد العينة على انتقال النبضات

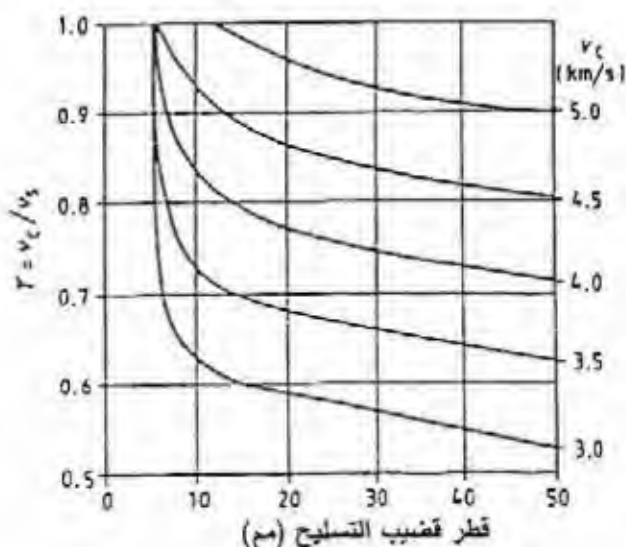
تردد محول الطاقة (كيلوهرتز)	سرعة انتقال النبضات في الخرسانة (كم/ثانية)		
	3.5	4.0	4.5
	أقل بعد عرضي (مم)		
24	146	167	188
54	65	74	83
82	43	49	55
150	23	27	30



شكل (٨-٣-١) دائرة قياس سرعة الموجات فوق الصوتية خلال الخرسانة

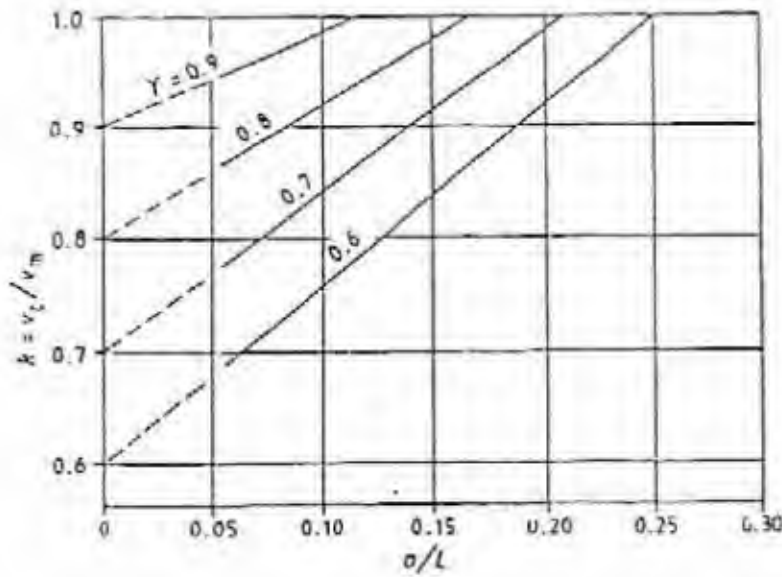


(ب) قطاع عرضي في خرسانة بيا تسليح عرضي.

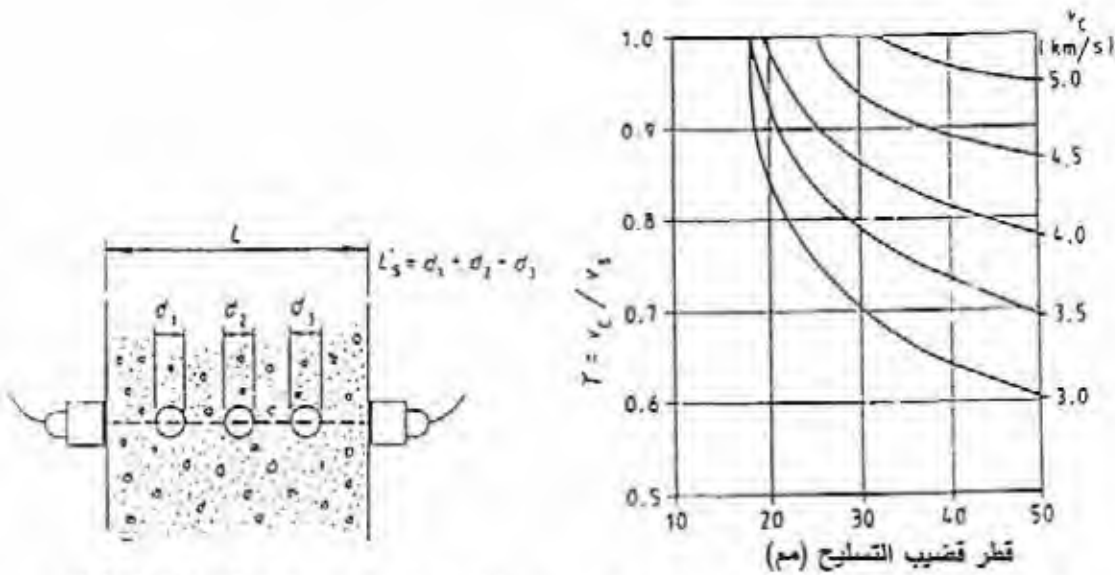


(أ) العلاقة بين قطر قضيب التسليح ونسبة السرعة.

شكل (٨-٣-٢) تأثير صلب التسليح على سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية خلال الخرسانة
(حالة مسار الموجات موازي لمحور صلب التسليح)



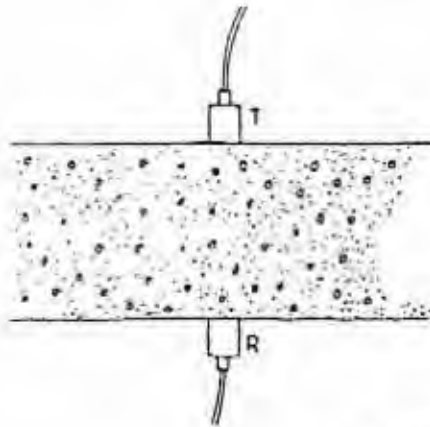
شكل (٨-٣-٣) معامل التصحيح للسرعة (k) لحالة مسار الموجات موازى لمحور صلب التسليح



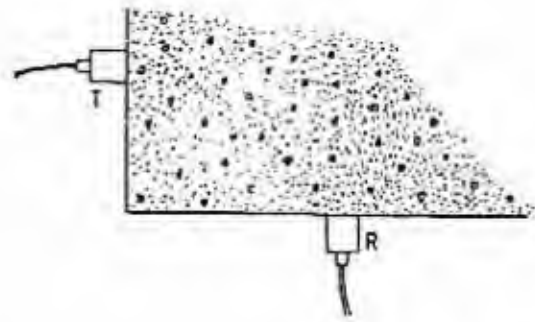
(أ) العلاقة بين قطر قضيب التسليح ونسبة السرعة. (ب) قطاع عرضي فى خرسانة بها تسليح طولى.

شكل (٨-٣-٤) تأثير صلب التسليح على سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية (v_c) خلال الخرسانة

لحالة مسار الموجات عمودى على محور صلب التسليح



الانتقال المباشر



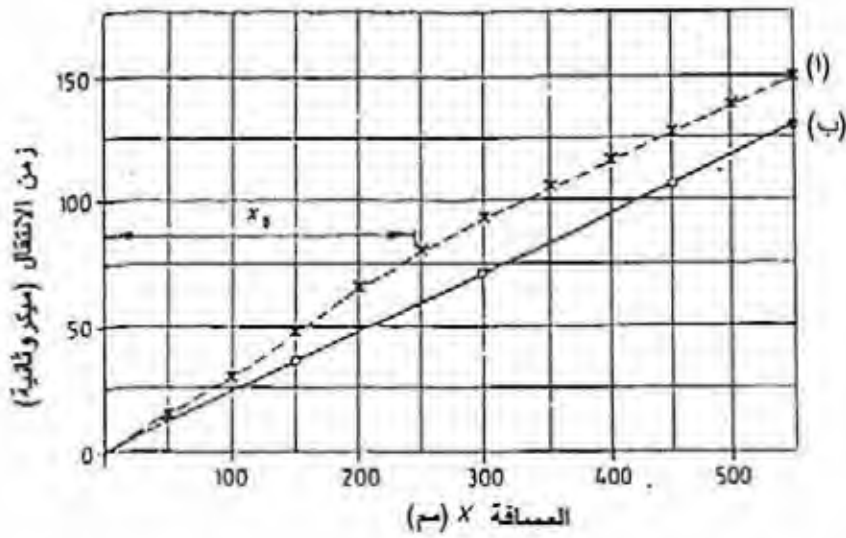
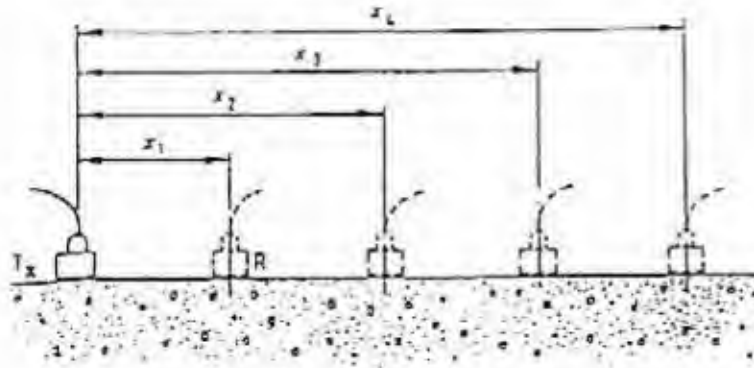
الانتقال شبه المباشر



الانتقال الغير مباشر (السطحي)

(T) المرسل
(R) المستقبل

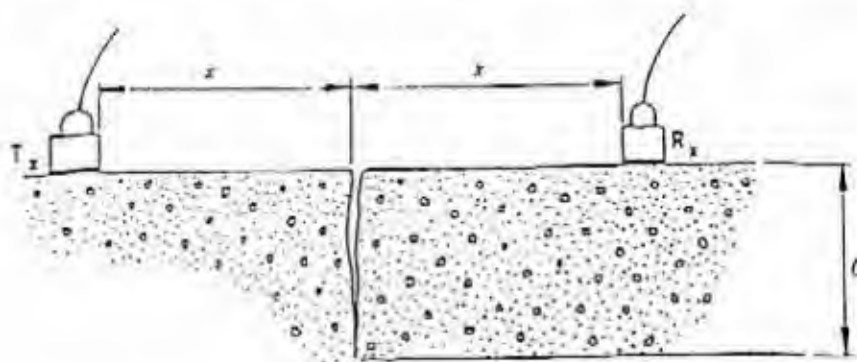
شكل (٨-٣-٥) الطرق المختلفة لوضع محولات الطاقة على العنصر المختبر



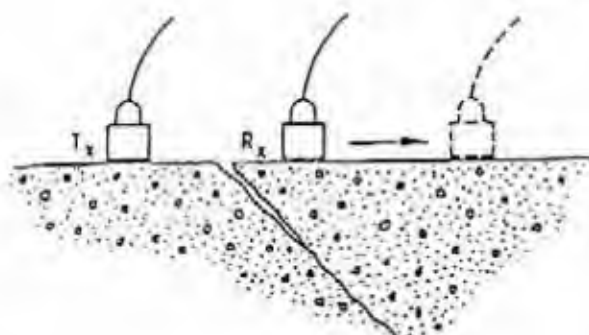
(أ) القراءات لخرسانة بها 50 مم العليا ذات جودة منخفضة.

(ب) القراءات لخرسانة متجانسة.

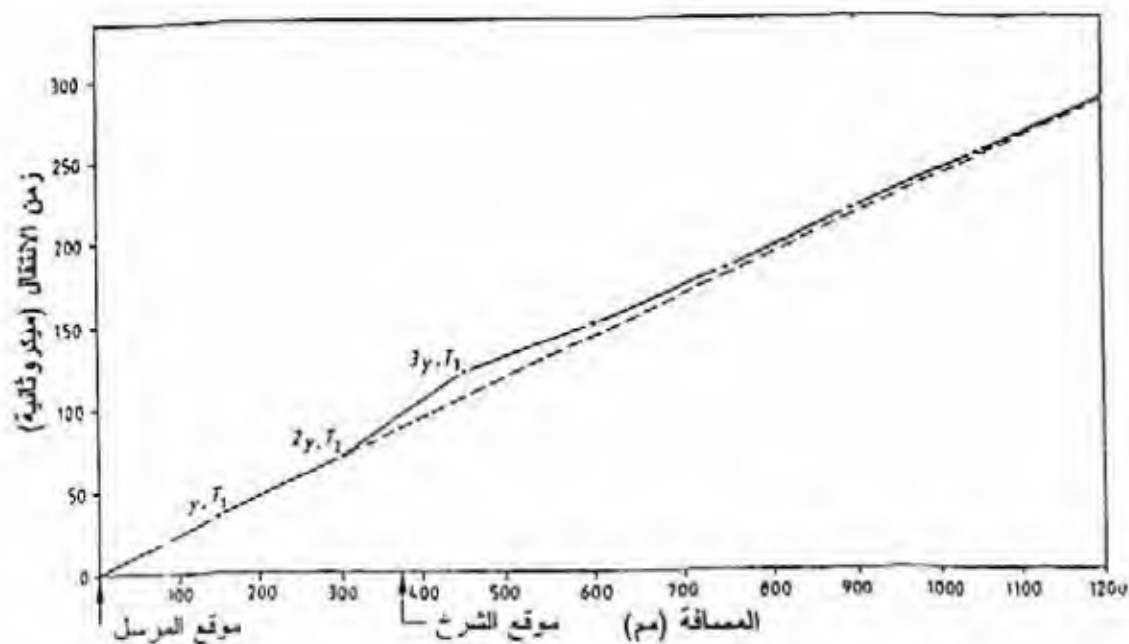
شكل (٨-٣-٦) تحديد سرعة انتقال الموجات فوق الصوتية
خلال الخرسانة (الطريقة غير المباشرة)



(أ) شرج عمودي علي السطح.



(ب) شرج مائل.



(ج) تأثير الشرج على القياسات السطحية.

شكل رقم (٨-٣-٧) تحديد عمق واتجاه شرج سطحي

٨-٤ تجربة تحميل العناصر والمنشآت الخرسانية

LOADING TEST OF CONCRETE ELEMENTS AND STRUCTURES

٨-٤-١ عام

تعتبر تجربة تحميل العناصر من الخرسانة المسلحة المعرضة أساساً لإجهادات الانحناء هي التجربة الأساسية فى الحكم على مقدرة تلك العناصر على مقاومة الأحمال التصميمية بأمان.

٨-٤-٢ الهدف

يهدف هذا الاختبار للحكم على كفاءة العناصر الخرسانية من كمرات وبلاطات وأسقف فى تحمل الأحمال التصميمية بدون حدث شروخ أو سهم انحناء غير مسموح به، ويجرى هذا الاختبار لتلك العناصر فى الحالات الآتية :

- أ - فى حالة فشل اختبارات قلب الخرسانة فى التحقق من مناسبة مقاومة الضغط لخرسانة العنصر الفعلية للمقاومة المميزة التى تم تصميم العناصر عليها.
- ب - فى حالة وجود سبب يدعو إلى الشك فى كفاءة العنصر الخرساني من حيث مقاومته ومتانته.
- ج - إذا تطلبت مواصفات المشروع إجراء الاختبار .

٨-٤-٣ تعريفات

- التحميل

وهو تحميل العنصر المراد اختباره يحمل يساوى : $0.85 (1.4 \text{ الحمل الميت} + 1.6 \text{ الحمل الحى})$ ويتم ذلك بالتحميل من خلال أربع مراحل متساوية.

- إزالة الحمل

وهو إزالة الأحمال الواقعة على العنصر السابق ذكره.

- سمك الشرخ الأقصى

وهو أقصى سمك للشروخ يتم تسجيله بعد مرور ٢٤ ساعة من وضع الحمل الأقصى على العنصر.

- سهم الانحناء الأقصى

وهو أقصى سهم انحناء يتم تسجيله بعد مرور ٢٤ ساعة من التأثير بالحمل على العنصر.

- سهم الانحناء المتبقى

وهو أقصى سهم انحناء متبقى يتم تسجيله بعد مرور ٢٤ ساعة من رفع الحمل تماماً من على العنصر.

٨-٤-٤ الأجهزة

١ - عدادات تسجيل سهم الانحناء (Dial gauges) ويفضل ألا تزيد حساسيتها عن ٠,٠١ مم ومشوارها فى حدود ٥٠ مم وذلك مع وجود شهادة معايرة لتلك العدادات.

٢ - ميزان : فى بعض التجارب قد يتطلب الأمر الرصد من على بعد عن طريق استخدام ميزان ويجب أن يكون مزوداً بورنية تسمح بالقراءة بدقة لا تقل عن ٠,١ مم بحيث تثبت مقاييس على العنصر ذات حساسية لا تزيد عن ١ مم.

٣ - رافعة هيدروليكية : تستخدم فى تحميل بعض الكمرات مثل الكمرات الحاملة للأوناش حيث لا تتوفر بلاطات لنقل الحمل وسعة هذه الرافعة تكون أكبر من حمل التجربة بـ ٢٥ % من قيمته ويكون مشوار مكبسها أكبر من ٤ أمثال سهم الانحناء المتوقع ويشترط معايرة تلك الرافعة قبل إجراء التجربة.

د - أجهزة لتحديد سمك الشرخ لا تزيد دقتها عن ٠,٠١ مم.

٨-٤-٥ وسائل التحميل

يتم التأثير بالحمل بإحدى الوسائل التالية :

أ - التأثير بواسطة شكاثر معايرة من الرمال حيث يتبع ما يلى :

- يتم معايرة مجموعة من الشكاثر لا تقل عن ١٠ شكاثر لكل باكية من السقف مساحتها ١٥ متر مسطح عن طريق الوزن المباشر على أن تختار تلك الشكاثر عشوائياً من جميع الشكاثر بحيث تكون ممثلة لها ويحدد منها الوزن المتوسط للشبكار.

- يتم رص الشكاثر أعلى العضو الخرساني بحيث يكون هناك مسافات أفقية بين كل مجموعة رأسية حتى تمنع حدوث التأثير العقدى (Arching Effect)

ب - التأثير ببلوكات من الخرسانة أو الحديد حيث يتبع ما يلى :

- يتم معايرة البلوكات لمعرفة وزن البلوكات.

- يتم رص البلوكات بحيث يترك فواصل أفقية بين المجموعات الرأسية لمنع التأثير العقدى.

ج - التحميل بروافع هيدروليكية تحقق الاستمرارية السابق ذكرها فى بند (٨-٤-٤) .

٨-٤-٦ تجهيز العضو للاختبار

- أ - يتم تقدير الأوزان القائمة الفعلية الموجودة على العضو سواء وزن العضو أو مادة التغطية (Cover) أو أية قواطع (الحمل الميت الموجود فعلاً) وذلك لأخذها في الاعتبار عند التحميل.
- ب - يتم وضع قوائم قوية صلبه وبعدد كاف أو وضع شدة قوية وذلك قبل بدء التجربة بحيث تتحمل حمل الأعضاء المختبرة بأكمله وبحيث تنقله إلى ركائز آمنة تتحمل وزن الشدة وحمل الأعضاء المختبرة.
- ج - القوائم السابقة أو الشدات يراعى وضعها بطريقة تسمح بترك فراغ مناسب تحت الأعضاء المختبرة تسمح بحدوث سهم الانحناء المتوقع.
- د - يتم تحديد وتجهيز أماكن وقراءة سهم الانحناء وتركيب العدادات والتأكد من أنها تعمل في أماكنها (شكل ٨-٤-١) على أن يؤخذ ما يلي في الاعتبار :
- ١ - يوضع في المنتصف تماماً عداد (Dial gauges) رقم (١) ويوضع بجواره عداد آخر رقم (٢) بحيث يعمل كعداد احتياطي له.
- ٢ - توضع عدادات إضافية (٣، ٤، ٥، ٦) على بعد ربع البحر (أو أي مسافة يحددها استشاري المشروع) من الركائز.

٨-٤-٧ خطوات التجربة

- أ - يتم تحديد العناصر المجاورة للعنصر الإنشائي المطلوب اختباره ليتم تحميلها بحيث نحصل على أقصى عزم للعنصر المختبر.
- ب - يحدد الحمل الكلي للعنصر المختبر بما قيمته : $0.85 (1.4 \text{ الحمل الميت} + 1.6 \text{ الحمل الحي})$.
- ج - حمل التجربة = الحمل الكلي - الحمل الميت الموجود فعلاً .
- د - يتم قراءة عدادات سهم الانحناء قبل بداية التجربة (R_0) .
- هـ - يتم البدء في التأثير بـ ٢٥ % من حمل التجربة بحيث يتم التأثير بالحمل بالتدرج وبدون حدوث أية صدمات بواسطة استخدام إحدى وسائل التحميل المذكورة في البند (٨-٤-٥) وبحيث يتلاشى التأثير العقدي.
- و - يتم قراءة عدادات سهم الانحناء بعد نهاية التأثير بالحمل السابق والتفتيش على وجود شروخ بالعنصر المختبر ويعلم بجوار الشرح مباشرة إن وجد بأحد الألوان الواضحة ثم يحدد سمك الشرح الأقصى ويحدد مكانه.
- ز - يتم التحميل بباقي الحمل على ثلاث مراحل منفصلة كل مرحلة حملها = ٢٥ % من حمل التجربة ويكرر ما جاء بالخطوة السابقة في كل مرحلة.

ح - يسجل الزمن وسلك الشرخ الأقصى وقراءة عدادات الهبوط بعد التأثير بحمل التجربة كاملاً مباشرة.

ط - بعد مرور ٢٤ ساعة من التأثير بحمل التجربة كاملاً يسجل الزمن ويرسم مكان الشروخ ويسجل سمك الشرخ الأقصى وقراءة عدادات الهبوط ولتكن قراءة العداد الأول (R_1).

ي - يرفع الحمل بالتدريج وبدون أحداث أى صدمات.

ك - بعد إزالة الحمل تماماً تسجل قراءة العدادات ويسجل الشرخ الأقصى.

ل - بعد مرور ٢٤ ساعة من رفع الحمل يسجل قراءة العدادات ولتكن قراءة العداد الأول (R_2) ثم يسجل سمك الشرخ.

٨-٤-٨ النتائج

أ - يحسب سهم الانحناء الأقصى S_{maxexp} بعد مرور ٢٤ ساعة من التأثير بالحمل كما يلى:

$$S_{maxexp} = (\text{قراءة العداد الأول بعد مرور ٢٤ ساعة من التأثير بالحمل} - \text{قراءته قبل التأثير بالحمل}) \times \text{حساسية العداد}$$

$$S_{maxexp} = (R_1 - R_0) \cdot (\text{accuracy})$$

- فى حالة حدوث أى عطل بالعداد الأول تستعمل قراءة العداد الثانى .

- فى حالة تقارب قراءتى العداد الأول والثانى يعتبر الهبوط المتوسط لهما معاً .

ب - يحسب سهم الانحناء الأقصى المتبقى S_{maxper} بعد ٢٤ ساعة من رفع الحمل :

$$S_{maxper} = (\text{قراءة العداد الأول بعد مرور ٢٤ ساعة من رفع الحمل} - \text{قراءته قبل التأثير بالحمل}) \times \text{حساسية الجهاز}$$

$$S_{maxper} = (R_2 - R_0) \cdot (\text{accuracy})$$

ج - يحسب سهم الانحناء الأقصى المسترجع S_{maxe}

$$S_{maxe} = S_{maxexp} - S_{maxper}$$

د - يحسب الهبوط الأقصى بعد مرور ٢٤ ساعة من التحميل وكذلك الهبوط الأقصى المسترجع لباقي النقاط الاختيارية (٣، ٤، ٥، ٦).

هـ - ترسم العلاقة بين الحمل P وسهم الانحناء الأقصى S_{maxexp} فى كل من دورتى التحميل وإزالة الحمل (شكل رقم ٨-٤-٢).

و - يحسب أقصى سمك للشرخ بعد ٢٤ ساعة من التأثير بالحمل وبعد ٢٤ ساعة من إزالة الحمل .

٨-٤-٩ القبول والرفض

١ - تحسب قيمة سهم الانحناء الأقصى المسموح بها للعضو S_{maxall} كما يلي:

$$S_{maxall} = \frac{L_l^2}{2t} \quad cm$$

حيث :

t = سمك العضو المختبر مقاسا بالسنتيمتر .

L_l = بحر العنصر المختبر بالمتر ويكون البحر الأصغر في حالة البلاطات اللاكمرية أو البلاطات ذات الاتجاهين أما في حالة الكوابل فتؤخذ ضعف المسافة من وجه الركيزة حتى نهاية الكابولي

٢ - يقارن بين أقصى سهم انحناء مسجل بعد مرور ٢٤ ساعة من التأثير بالحمل S_{maxexp} والهبوط الأقصى المسموح به S_{maxall} وتختصر المقارنة في ٣ حالات هي :

أ - إذا كان $S_{maxexp} \leq S_{maxall}$ تكون التجربة ناجحة.

ب - إذا ما زاد الهبوط الأقصى عن الهبوط المسموح به أي $S_{maxexp} > S_{maxall}$ فهذا يجب ألا يقل الجزء المسترجع من سهم الانحناء الأقصى S_{maxe} بعد مرور ٢٤ ساعة من رفع الحمل عن ٧٥ % من قيمة سهم الانحناء الأقصى أي :

$$S_{maxe} \geq 0.75 S_{maxexp}$$

فإذا تحقق هذا الشرط تكون التجربة ناجحة.

ج - إذا لم يسترجع العنصر ما لا يقل عن ٧٥ % من سهم الانحناء الأقصى بعد مرور ٢٤ ساعة من رفع الحمل أي كان $S_{maxe} < 0.75 S_{maxexp}$ فيجب إعادة التجربة مرة أخرى بنفس الطريقة السابقة بعد مرور ٧٢ ساعة على الأقل من رفع حمل التجربة الأولى.

٣ - بعد إعادة التجربة مرة أخرى بنفس الكيفية السابقة يعتبر جزء المنشأ المختبر غير مقبول إذا لم يتحقق الشرطان التاليان :

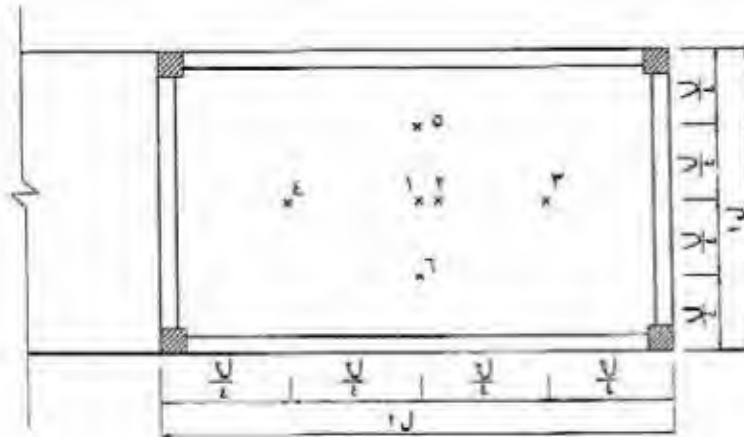
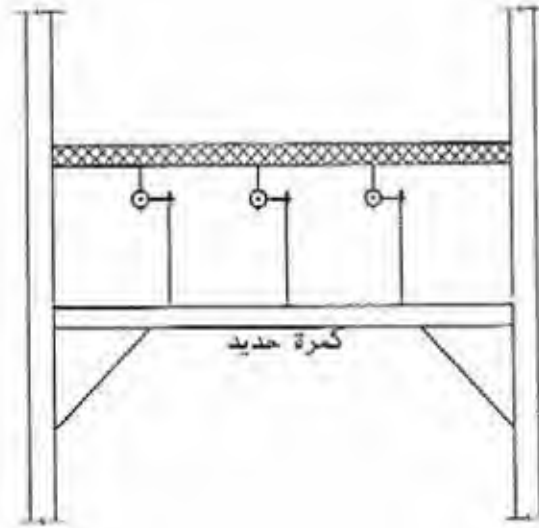
- إذا قل سهم الانحناء المسترجع في التجربة الثانية عن ٧٥ % من سهم الانحناء الأقصى المسجل بعد مرور ٢٤ ساعة من التأثير بحمل التجربة الثاني.

- إذا كان سمك الشرخ الأقصى المسجل غير مسموح به.

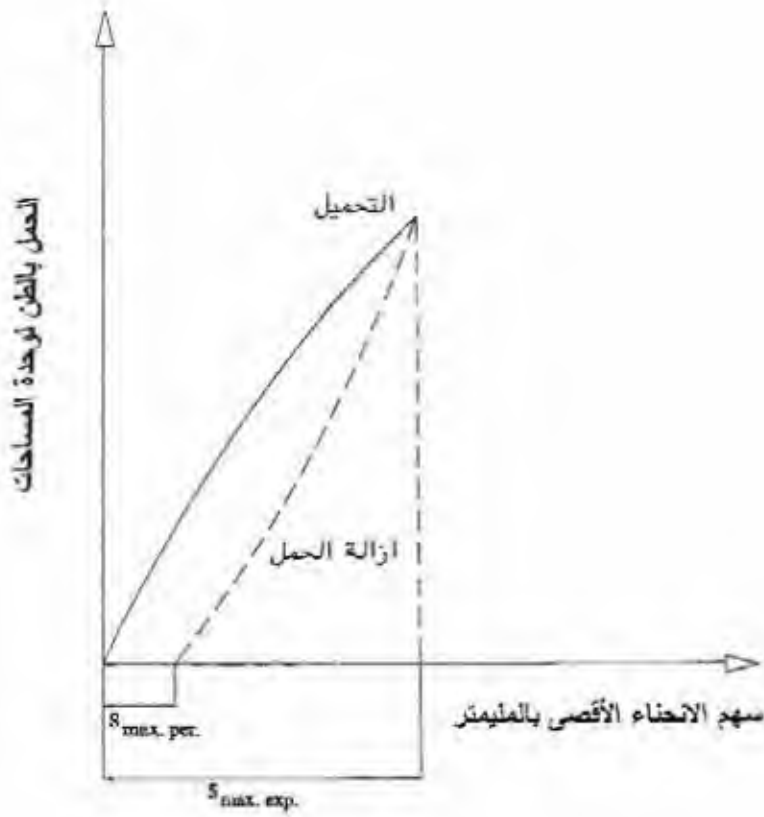
٨-٤-١٠ تقرير الاختبار

يحتوى التقرير على البيانات التالية :

- معلومات عن المشروع
- معلومات عن المبنى المختبر
- معلومات الخاصة بطالب الاختبار
- كود المتبع
- أسلوب التحميل المتبع
- شهادات معايرة أجهزة القياس
- شهادات معايرة وسائل التحميل
- مسقط أفقى يوضح البواكى المحملة والعضو المختبر
- بيان هل تم التحميل على دورة واحدة أم دورتين
- نتائج الاختبار
- الحكم على صلاحية العضو المختبر



شكل رقم (٨-٤-١) تثبيت عدادات الهبوط



شكل رقم (٨-٤-١-٢) العلاقة بين الحمل و سهم الانحناء الأقصى